



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO INTERDISCIPLINAR EM EDUCAÇÃO DO CAMPO: CIÊNCIAS  
NATURAIS, MATEMÁTICA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS - LICENCIATURA**

**HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**MARCOS ANTONIO MENDES**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2018**

**MARCOS ANTONIO MENDES**

**HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do grau de licenciado em Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências Naturais, Matemática e Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS / Campus Laranjeiras do Sul - PR.

**Orientador: Prof. Dr. Valdemir Velani**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2018**

**PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas**

Mendes, Marcos Antonio  
HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COMO FERRAMENTA  
DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA/ Marcos  
Antonio Mendes. -- 2018.  
85 f.:11.

Orientador: Valdemir Velani.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências  
Naturais, Matemática e Ciências Agrárias , Laranjeiras  
do Sul, PR, 2018.

1. Filosofia da Ciência. 2. História da Ciência. 3.  
Ensino de Ciências. 4. Ciências da Natureza. 5. Proposta  
didática. I. Velani, Valdemir, orient. II. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MARCOS ANTONIO MENDES

**HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO  
ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de licenciado em Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências Naturais, Matemática e Ciências Agrárias da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Valdemir Velani

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e aprovado pela banca em:

11/07/2018

BANCA EXAMINADORA

*Miguel M. X. de Carvalho*

Prof. Dr. Miguel Mundstock Xavier de Carvalho

*Valdemir Velani*

Prof. Dr. Valdemir Velani

*Vivian*

Profa. Dra. Vivian Machado de Menezes

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos que de alguma forma contribuíram com o desenvolvimento deste trabalho.

À minha mãe Geni, meu pai Jose e minhas irmãs Adriele, Andréia e Josieli, pelo incentivo e por tudo que fizeram por mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Valdemir Velani, pelo suporte, pelas suas correções e incentivos.

A todos os professores que contribuíram de alguma maneira na minha formação acadêmica dando o aporte necessário para que eu chegasse até aqui.

A minhas colegas Daiana, Juliana e Luci que comigo estiveram ao longo dessa jornada.

A todos os amigos que se fizeram presente neste momento tão importante para mim, por toda a compreensão, paciência comigo, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

"A história da ciência muitas vezes é narrada como uma série de grandes avanços, revoluções e lampejos de genialidade dos cientistas. Mas sempre há um antes, um depois e um contexto histórico." (MOSLEY, LYNCH, 2011, p. 9)

## RESUMO

As Ciências da Natureza é uma das áreas do conhecimento que mais enfrenta dificuldades de aprendizagem dos alunos. Os livros didáticos e determinadas práticas de ensino potencializam a criação de mitos em torno da natureza e desenvolvimento da Ciência e da prática científica. Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta, por meio da pesquisa em periódicos e livros especializados, as principais contribuições dos filósofos da Ciência na desmistificação e compreensão da natureza da Ciência e os reflexos no ensino de Ciências da Natureza. Na busca pela superação da abordagem fragmentada no ensino das Ciências da Natureza, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que propõem a contextualização histórico-filosófica inter-relacionada e integrada aos conteúdos, permitindo uma abordagem interdisciplinar a essa área do conhecimento. Analisou-se também, por meio de pesquisa bibliográfica, diferentes maneiras de se utilizar a História e Filosofia da Ciência como ferramenta didática no ensino contextualizado de Ciências da Natureza e algumas contribuições para a formação e o aprimoramento de professores da área de Ciências da Natureza. Foram também apresentados alguns modelos de propostas didáticas que fazem uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências da Natureza. E, finalmente, este trabalho também contribui com a elaboração de uma proposta didática para o ensino de funções inorgânicas (ácidos e bases) que contemplem o uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências da Natureza.

Palavras-chave: Filosofia da Ciência. História da Ciência. Ensino de Ciências. Ciências da Natureza. Proposta didática.

## **ABSTRACT**

The Natural Sciences is one of the areas of knowledge that most faces students' learning difficulties. Textbooks and certain teaching practices make it possible to create myths about the nature and development of Science and scientific practice. This Work of Conclusion of Course presents, by means of the research in periodicals and specialized books, the main contributions of the philosophers of Science in the demystification and understanding of the nature of Science and the reflexes in the teaching of Natural Sciences. In the search for an overcoming of the fragmented approach in the teaching of the Natural Sciences, different proposals have suggested the work with themes that propose the inter-related historical and philosophical contextualization and integrated to the contents allowing an interdisciplinary approach to this area of knowledge. It was also analyzed through bibliographical research different ways of using the History and Philosophy of Science as a didactic tool in the contextualized teaching of Natural Sciences and some contributions to the formation and improvement of teachers in the area of Natural Sciences. Some models of didactic proposals that make use of History and Philosophy of Science in the teaching of Natural Sciences were also presented. And, finally, this work also contributes to the elaboration of didactic proposal for the teaching of inorganic functions (acids and bases) that contemplate the use of History and Philosophy of Science in the teaching of Natural Sciences.

**Key words:** Philosophy of Science. History of Science. Science Teaching. Science of Nature. Didactic proposals.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1 OBJETIVOS .....	9
1.1.1 Objetivo geral.....	9
1.1.2 Objetivos específicos.....	10
<b>2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	11
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	17
3.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL: ASPECTOS HISTÓRICOS, EPISTEMOLÓGICOS E DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS.....	17
3.2 A EDUCAÇÃO DO CAMPO: BREVE RELATO HISTÓRICO E CONCEITUAL E A SUA RELAÇÃO COM O ENSINO CONTEXTUALIZADO .....	28
3.3 O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA POR MEIO DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA .....	31
3.4 A IMPORTÂNCIA DA EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA E DA VISÃO HISTÓRICA NA CIÊNCIA DE ACORDO COM ALGUNS EPISTEMÓLOGOS.....	34
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	40
<b>5 USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA</b> .....	42
5.1 DESAFIOS NO USO DA FILOSOFIA E DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	42
5.2 MODELOS DE PROPOSTAS PEDAGÓGICAS QUE USAM A FILOSOFIA E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	44
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	48
6.1 ENSINO DOS CONCEITOS ÁCIDO E BASE: UMA PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA-FILOSÓFICA.....	48
<b>6.1.1 Revisão de livros didáticos: tratamento ao conteúdo na perspectiva Histórico-Filosófica e CTS</b> .....	48
<b>6.1.2 Proposta didática</b> .....	51

<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo de Ciências da Natureza<sup>1</sup> sempre desafia o estudante em sua jornada rumo à formação acadêmica. Assim como os demais estudantes, também encontrei muitas dificuldades no processo de aprendizado e compreensão de certos conteúdos em minha formação. Um dos fatores que colaboraram para isso foram certas limitações na formação do ensino fundamental e médio, deixando várias lacunas, o que em certos momentos, atinha até mesmo minha motivação. Encontrei um ponto de apoio, quando em outros Componentes Curriculares (CCRs) não específicos do curso fui estimulado à leitura de certas obras com temas relacionadas às Ciências da Natureza. Não de livros didáticos convencionais já usados, mas de literaturas, que falavam do histórico e desenvolvimento dessas ciências. Notei que esse tipo de leitura acabou possibilitando que eu compreendesse melhor os pensadores da ciência e o contexto por trás do desenvolvimento de suas teorias, quando apresentadas durante os CCRs específicos do curso.

Um dos exemplos de leitura realizada foi a do livro “Evolução das Ideias da Física” (2011) de Antônio Sérgio Teixe Pires. Nesta obra o autor discute sobre os avanços dos estudos da física na antiguidade até os dias atuais, dando ênfase nos contextos histórico e filosófico em que eles ocorreram, analisando a influência dessas ciências, uma na outra, dentro de seu determinado contexto histórico e sua forma de pensar, onde é mostrado que para o desenvolvimento da ciência é importante saber pensar, desenvolver a capacidade de resolver problemas, para além do conhecimento enciclopédico.

Outro bom exemplo é o livro “Uma História da Ciência (Experiência, Poder e Paixão)” (2011) de Michael Mosley e John Lynch. A obra é de fácil e atrativa leitura, além de possuir belíssimas ilustrações, onde a maneira que os autores abordam o contexto de desenvolvimento das descobertas científicas ajuda a tornar mais compreensíveis teorias aparentemente difíceis, além de discutir sua relevância para o contexto atual. Além de obras literárias com essa abordagem histórica e filosófica da ciência, também pode-se citar séries televisivas com essa dinâmica como por exemplo, “Cosmos: Uma Odisseia No Espaço Tempo<sup>2</sup>” (2014), que expõem as principais conquistas da ciência de maneira muito acessível e atrativa.

---

<sup>1</sup> Biologia, Física e Química.

<sup>2</sup> Cosmos: A Spacetime Odyssey (Original). Ano produção: 2014. Dirigido por: Ann Druyan, Bill Pope, Brannon Braga. Duração: 780 minutos. Classificação: L - Livre para todos os públicos. Gênero: Documentário. Países de Origem: Estados Unidos da América. Fox Broadcasting Company, National Geographic Society.

O curso de Licenciatura Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências Naturais, Matemática e Ciências Agrárias, possui um Componente Curricular denominado de Ensino de História e Filosofia das Ciências Naturais e da Matemática, onde foi possibilitado através das aulas, leituras e acesso a materiais audiovisuais disponibilizados pelo professor, que possibilitaram um maior aprofundamento nesses contextos. Mas com a limitação da duração de apenas um semestre, acaba não se articulando em aspectos de continuidade e seleção de conteúdos com os outros componentes específicos de biologia, química e física do curso.

Pelo fato deste tipo de literatura ter me possibilitado uma melhor compreensão de determinados assuntos acerca dos conteúdos de Ciências da Natureza, e pela grande curiosidade despertada em aprender mais, para além do visto em sala de aula, em conversa com o orientador deste trabalho surgiu a ideia de se buscar na literatura possíveis contribuições que a História e a Filosofia da Ciência<sup>3</sup> poderiam trazer para o ensino, e assim procurar através de pesquisa bibliográfica adquirir mais conhecimento em torno do assunto e compartilhar com os demais estudantes uma experiência que foi muito positiva em minha jornada rumo à formação acadêmica.

## 1.1 OBJETIVOS

Este trabalho surgiu por meio de uma experiência individual e a partir daí propôs a se aprofundar no estudo de bibliografia especializada que tratasse do uso da História e Filosofia da Ciência<sup>4</sup> no ensino de Ciências da Natureza. Onde foi-se desafiado a pesquisar, explorar e contribuir com a elaboração de propostas didáticas para o uso da História e Filosofia das Ciências no ensino contextualizado de Ciências da Natureza.

### 1.1.1 Objetivo geral

Pesquisar, e explorar a importância do uso didático da História e Filosofia das Ciências no ensino contextualizado de Ciências da Natureza.

---

<sup>3</sup> Abbagnano (2007, p. 392): (...) epistemologia da ciência é sinônimo de filosofia da ciência. (...), pois o problema do conhecimento, na filosofia moderna e contemporânea, entrelaça-se (e as vezes se confunde) com o da ciência.

<sup>4</sup> Filosofia da Ciência: (...). Esse ramo particular da atividade filosófica inclui, no sentido mais lato, a reflexão crítica sobre o conteúdo conceitual, as metodologias e as implicações culturais das várias ciências (ABBAGANO, 2007, p. 161).

### 1.1.2 Objetivos específicos

- I. Pesquisar em periódicos e livros especializados as principais contribuições dos filósofos da Ciência na desmistificação e compreensão da natureza da Ciência e os reflexos no ensino de Ciências da Natureza;
- II. Analisar de que maneira é possível explorar a História e Filosofia da Ciência como ferramenta didática no ensino contextualizado de Ciências da Natureza;
- III. Contribuir com discussões sobre a História e Filosofia da Ciência, para a formação e o aprimoramento de professores da área de Ciências da Natureza;
- IV. Elaborar proposta didática que contemplem o uso da Filosofia e História da Ciência no ensino de Ciências da Natureza.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

As Ciências da Natureza, dentre as áreas do conhecimento, é uma das que mais enfrentam dificuldades de aprendizagem dos alunos. As teorias científicas, que envolvem os temas dessa área, tendem a possuir um alto grau de complexidade e alto nível de abstração. No processo de ensino e aprendizagem, de modo geral, o aluno interage com o conhecimento acadêmico, principalmente através da forma de transmissão de informações, supondo que o mesmo, memorizando-as passivamente, consiga assimilar o conhecimento historicamente produzido e acumulado pelo homem.

Para que se possa dominar a linguagem científica é necessário instruir-se da capacidade de ler e compreender o que está sendo dito, e traduzir uma forma de expressão em outra, aprendendo a escolher a linguagem mais adequada a ser usada em cada caso. Isto torna o processo de ensino e aprendizagem para adquirir tais habilidades uma tarefa nem um pouco simples de ser concretizada no seu todo.

Repassar esse conhecimento aos alunos acaba por se tornar uma tarefa que exige envolvimento do professor com o processo de construção do conhecimento. Porém é função do professor garantir o aporte ao aluno neste momento de transição, que além de crucial, se torna indispensavelmente necessário. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

A oportunidade de ter acesso ao conhecimento de ciências promove o desenvolvimento cognitivo e psicológico da pessoa. Contudo, é preciso renovar os métodos de ensino nessa área, pois é significativamente “difícil para os estudantes apreenderem o conhecimento científico que, muitas vezes, discorda das observações cotidianas e do senso comum (PCN, 1998, p. 26).

O conhecimento científico rompe com as barreiras do mundo perceptível ao estudante. Nem sempre é simples fazer com que os estudantes, através das teorias que lhe foram apresentadas, confronte-as com sua realidade. Não é uma tarefa fácil romper com conhecimentos intuitivos do indivíduo, aqueles que vão além dos seus sentidos. Ainda mais se estes forem apresentados sem qualquer possibilidade de contextualização. Alves (2010, p. 42) cita Karl Marx para mostrar o contrassenso entre a prática científica e o senso comum:

É um paradoxo que a Terra se mova ao redor do Sol e que a água seja constituída de dois gases altamente inflamáveis. A verdade científica é sempre um paradoxo, se julgada pela experiência cotidiana, que apenas agarra a aparência efêmera das coisas (MARX, Apud ALVES, 2010, p. 42).

O julgamento da Ciência<sup>5</sup> pela experiência cotidiana também reflete no desenvolvimento do ensino. Gaston Bachelard em sua obra “A Formação do Espírito Científico”<sup>6</sup> de 1938 discute as armadilhas e dificuldades que cercam a descoberta dos conceitos científicos:

Os professores de ciência imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata por tanto de adquirir cultura experimental, mas sim de mudar a cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 24)

Os livros didáticos e determinadas práticas de ensino potencializam a criação de mitos em torno da natureza e desenvolvimento da ciência e da prática científica. Pois, a maioria dos mesmos, veem a ciência através de uma perspectiva positivista, como um conhecimento acabado, onde o conhecimento válido se baseia apenas em fenômenos observáveis, em fatos objetivos e tudo o que pode ser mensurado; ignorando a natureza construtiva do conhecimento e abordando, muitas vezes, o contexto histórico apenas como uma curiosidade acerca da vida de certos cientistas tradicionalmente mais conhecidos e reconhecidos na História das Ciências.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) indicam que:

O ensino de Ciências Naturais, relativamente recente na escola fundamental, tem sido praticado de acordo com diferentes propostas educacionais, que se sucedem ao longo das décadas como elaborações teóricas e que, de diversas maneiras, se expressam nas salas de aula. Muitas práticas, ainda hoje, são baseadas na mera transmissão de informações, tendo como recurso exclusivo o livro didático e sua transcrição na lousa; outras já incorporam avanços, produzidos nas últimas décadas, sobre o processo de ensino e aprendizagem em geral e sobre o ensino de Ciências em particular (BRASIL, 1998, p. 26).

Na dissertação de mestrado de Sandra Gonçalves Coimbra, “A Formação de uma Cultura Científica no Ensino Médio: O Papel do Livro Didático de Física” (2007), onde a autora da tese, na perspectiva de identificar o potencial formativo de uma cultura científica

---

<sup>5</sup> Para Cervo e Bervian (2002, p. 10), Ciência é a “busca constante de explicações e de soluções, de revisão e de reavaliação de seus resultados, apesar de sua falibilidade e de seus limites”.

<sup>6</sup> De acordo com Peduzzi et al. (2012), Bachelard dedica a obra “A Formação do Espírito Científico” (1938) para uma análise exaustiva de diversos tipos de obstáculos epistemológicos. Busca, principalmente, na literatura científica do século XVIII, exemplos da presença de obstáculos epistemológicos no espírito pré-científico. Assim é que nos apresenta: a experiência primeira, o conhecimento geral, o obstáculo verbal, o conhecimento unitário e pragmático, o obstáculo substancialista, o pensamento realista, o obstáculo animista e a libido, e os obstáculos ao conhecimento quantitativo (PEDUZZI et al., 2012, p. 263).

através do livro didático de física, analisa alguns aspectos dos livros selecionados, dedicando uma parte para analisar a abordagem dada à dimensão histórica. Coimbra (2007, p. 129), observa que os livros tratam aspectos históricos principalmente ao longo do texto principal, fazendo citações de fatos marcantes e pequenas biografias de cientistas relacionadas ao conteúdo do capítulo.

Ainda de acordo com Coimbra (2007, p. 130), alguns livros tratam da história da Ciência em textos complementares ao final do capítulo, que descrevem numa linha do tempo, o desenvolvimento da Ciência e fatos que contribuíram para esse desenvolvimento, associando as ideias à algumas pessoas. No desenvolvimento dos capítulos também há “box” com pequenas biografias. Coimbra (2007, p. 132) também mostra que determinados livros tratam, predominantemente, de aspectos históricos em caixas de texto que surgem ao longo do texto, abordando biografias e fatos considerados mais importantes na História da Ciência.

Segundo os relatos de Coimbra (2007, p. 132), a visão predominante no livro didático de física sobre o contexto histórico:

No que diz respeito à dimensão histórica da Física é predominante a visão de uma história linear, que enfatiza as descobertas sem apresentar o contexto em que surgiram. Não é apresentado o conflito de ideias entre os cientistas, suas dúvidas e questionamentos. Também não são mostrados fatores sociais, culturais, econômicos que influenciaram a evolução do conhecimento. Pequenas biografias sem mostrar o contexto social em que viviam os cientistas podem impedir os estudantes de perceberem o processo social e gradativo da construção do conhecimento. Apresentar conhecimentos como grandes descobertas podem produzir visão distorcida da natureza da ciência (COIMBRA, 2007, p. 132).

As práticas de ensino formuladas por meio de uma perspectiva enciclopédica, livresca e fragmentada, cercadas por mitos, tomando o conhecimento científico como verdade absoluta criam visões a-problemáticas e a-históricas, o que torna possível o surgimento de concepções simplistas sobre as relações e tensões existentes no universo da produção e circulação da ciência. Alves (2010, p. 135) explica que:

Lidamos com os produtos acabados, tão certinhos, tão racionais, tão metodologicamente demonstrados, e com isto ganhamos uma visão totalmente equivocada dos processos pelos quais as ideias criadoras aparecem (ALVES, 2010, p. 135).

Na obra a “Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras” (1981), o autor Rubem Alves discorre acerca do senso comum e a ciência. Onde é debatido a imagem que as pessoas possuem da ciência ou do cientista, como o gênio louco que inventa coisas mirabolantes, de personalidade excêntrica, que dedica todo o seu tempo a pensar em assuntos



acima da compreensão dos mortais, e que quando se posiciona acerca de alguma coisa é autoridade no assunto. De acordo com Alves (2010, p. 10), essa imagem é difundida pela sua eficiência em desencadear decisões e comportamentos, cientista como autoridade, alguém que deve ser ouvido e obedecido:

O cientista virou um mito. E todo mito é perigoso, porque ele induz o comportamento e inibe o pensamento. Este é um dos resultados engraçados (e trágicos) da ciência. Se existe uma classe especializada em pensar de maneira correta (os cientistas), os outros indivíduos são liberados da obrigação de pensar e podem simplesmente fazer o que os cientistas mandam. Quando o médico lhe dá uma receita você faz perguntas? Sabe como os medicamentos funcionam? Será que você se pergunta se o médico sabe como os medicamentos funcionam? Ele manda, a gente compra e toma. Não pensamos. Obedecemos. Não precisamos pensar, porque acreditamos que há indivíduos especializados e competentes em pensar. Pagamos para que ele pense por nós. E depois ainda dizem por aí que vivemos em uma civilização científica... O que eu disse dos médicos você pode aplicar a tudo. Os economistas tomam decisões e temos de obedecer. Os engenheiros e urbanistas dizem como devem ser as nossas cidades, e assim acontece. Dizem que o álcool será a solução para que nossos automóveis continuem a trafegar, e a agricultura se altera para que a palavra dos técnicos se cumpra. Afinal de contas, para que serve a nossa cabeça? Ainda podemos pensar? Adianta pensar? (ALVES, 2010, p. 10)

Problema recorrente nos textos dos livros faz parecer que as descobertas são feitas por pessoas sobre-humanas e não se consideram outros contextos que são determinantes para o desenvolvimento da ciência. Fortalecendo a mistificação da imagem da ciência e dos cientistas, passando uma imagem do que é fazer ciência e no que consiste o progresso do conhecimento científico simplificada demais para o público-alvo. Ao comentar sobre a "imagem" da ciência que é transmitida pelos livros nos quais os cientistas estudam, Thomas Kuhn diz:

Mesmo os próprios cientistas têm essa imagem principalmente no estudo das realizações científicas acabadas, tal como registradas nos clássicos e, mais recentemente nos manuais que cada nova geração utiliza para aprender seu ofício. Contudo o objetivo de tais livros é inevitavelmente persuasivo e pedagógico; um conceito de ciência deles haurido terá tantas probabilidades de assemelhar-se ao empreendimento que os produziu como a imagem de uma cultura nacional obtida através de um folheto turístico ou um manual de línguas (KUHN, 1975, p. 19-20).

A reprodução desse tipo de conhecimento acaba por inviabilizar sua verdadeira natureza dinâmica, transformadora, articulada, histórica e não neutra. Após uma série de trabalhos desenvolvidos no âmbito da reorientação da educação científica, Antonio Carrelhas Cachapuz, Daniel Gil Pérez, Anna Maria Carvalho, João Praia, Amparo Vilches, no livro “A Necessária Renovação do Ensino das Ciências” (2005), assinalam que ao se fazer uma análise do ensino das ciências, nota-se que entre outras coisas, as graves discordâncias da natureza da

ciência, justificam em grande parte, um certo fracasso e a recusa de um bom número de estudantes ao aprendizado em Ciências da Natureza.

A despeito de sua importância e limitações no processo de seu desenvolvimento, de infinitas possibilidades, da variedade de temas que envolve, o ensino de Ciências da Natureza tem sido frequentemente conduzido de forma muito abstrata, matematizada, se tornando muitas vezes apenas grandes sínteses, reduzidas a fórmulas e conceitos básicos, repleto de nomes científicos e palavras difíceis de serem estudados e memorizados, bem distantes de qualquer contextualização com a realidade do aluno, proporcionando a perpetuação de mitos associados a natureza da Ciência da sua prática e do seu desenvolvimento. De acordo com Cachapuz et al. (2005), dessa maneira, existe então, a necessidade de utilização de estratégias de ensino que visem apresentar ao aluno uma Ciência concreta, relativa ao seu convívio sociocultural, permitindo a ele compreender, contextualizar e intervir sobre ela.

Para Cachapuz et al. (2005), uma visão distorcida e empobrecida da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico, que durante o ensino das ciências é cometido por ação ou omissão, envolve visões deformadas, que acabam levando a esquecer a dimensão da Ciência no processo de construção de associações coerentes de conhecimentos. Cachapuz et al. (2005, p. 53) expõem acerca dos problemas que envolvem as concepções docentes:

As concepções docentes sobre a natureza da ciência e a construção do conhecimento científico seriam, pois, expressões dessa visão comum, que nós os professores de ciências aceitaríamos implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados. Isto não só deixa na sombra as características essenciais da atividade científica e tecnológica, senão que contribui a reforçar algumas deformações, como o suposto carácter “exato” (ergo dogmático) da ciência, ou da visão a-problemática. Deste modo, a imagem da ciência que adquirem os docentes não se diferenciaria significativamente da que pode expressar qualquer cidadão, e resulta muito afastada das concepções atuais sobre a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico (CACHAPUZ et al., 2005, p. 53).

O ensino praticado na área de Ciências da Natureza é completamente fragmentado. Isso acaba exigindo muitas vezes que os alunos decorem conceitos e fórmulas matemáticas desvinculadas de qualquer contexto Histórico e Filosófico, permitindo que os alunos desenvolvam concepções limitadas a respeito da natureza da Ciência, e visões inadequadas acerca de seu desenvolvimento. De acordo com Santos (2007, p. 284):

Ocorre que a escola tradicionalmente não vem ensinando os alunos a fazer a leitura da linguagem científica e muito menos a fazer uso da argumentação científica. O ensino de Ciências tem-se limitado a um processo de memorização de vocábulos, de

sistemas classificatórios e de fórmulas por meio de estratégias didáticas em que os estudantes aprendem os termos científicos, mas não são capazes de extrair o significado de sua linguagem (SANTOS, 2007, p. 484).

Um dos empecilhos para o ensino contextualizado das Ciências é a fragmentação curricular, que se reflete na especialização onde uma disciplina se divide em subdisciplinas e essas em campos e subcampos. Alves (2010, p. 12) faz a ressalva que:

A ciência não é um órgão novo de conhecimento. A ciência é a hipertrofia de capacidades que todos têm. Isto pode ser bom, mas pode ser muito perigoso. Quanto maior a visão em profundidade, menor a visão em extensão. A tendência da especialização é conhecer cada vez mais de cada vez menos (ALVES, 2010, p. 12).

Nesse sentido, a busca em romper com essas barreiras entre os ramos de conhecimento se torna crucial, minimizando a fragmentação intelectual para a obtenção de uma visão de mundo mais crítica e ampliada. Uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribui para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação. Cachapuz et al. (2005), afirma que a obtenção de uma maior compreensão acerca da atividade científica, tem um incontestável interesse, particularmente para quem é responsável, em grande parte, pelo desenvolvimento da educação científica dos futuros cidadãos de um mundo impregnado de ciência e tecnologia.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção do presente trabalho é apresentado inicialmente um breve resgate histórico do ensino de Ciências no Brasil, com o intuito de se mostrar o porquê do atraso no desenvolvimento da prática científica e do ensino de Ciências no país, quando, como e a partir de que perspectiva estes eram realizados.

Dedica-se também, nesta parte do trabalho, a apresentar como o ensino de Ciências da Natureza pode ser planejado por meio de uma abordagem histórico-filosófica e quais os principais benefícios que tal abordagem proporciona.

Por fim, é apresentado um resumo histórico e conceitual sobre a Educação do Campo e a sua relação com a contextualização histórico-filosófica no ensino de Ciências da Natureza.

#### 3.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL: ASPECTOS HISTÓRICOS, EPISTEMOLÓGICOS E DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS

A função da escola varia ao decorrer da história, da sua disposição espacial e da sua organização social, tendo reflexos no desenvolvimento do ensino de Ciências da Natureza, o qual foi praticado ao longo da história do país de acordo com diferentes propostas educacionais, que se sucederam, de diversas maneiras dentro de seus determinados contextos, buscavam objetivos que expressavam de certa maneira os anseios e a forma de pensamento, na maior parte, das ideologias predominantes de cada época, o que limitava muitas vezes o seu desenvolvimento. O desenvolvimento tardio da prática científica e as limitações observadas no ensino de Ciências da Natureza no Brasil tem raízes históricas.

Em seu livro “História das Ideias Pedagógicas no Brasil” (2007), Dermeval Saviani relata que com a chegada dos primeiros jesuítas em 1549, tem-se o início do ensino formal no Brasil. O autor expõe também que durante todo o período da educação colonial brasileira até a chegada da família real portuguesa, em 1808 é marcado pelo predomínio quase absoluto do ensino das primeiras letras, canto orfeônico, música instrumental e orações, além do aprendizado profissional e agrícola, salvo raras iniciativas ou tentativas de introdução do ensino de conhecimento da área das Ciências da Natureza.

De acordo com Saviani (2011), era um ensino no âmbito do processo de colonização, de religião e normas morais ministrado aos índios e aos filhos dos colonizadores com a finalidade de desenvolver a disciplina e a moralidade religiosa cristã:

(...); a educação enquanto aculturação, isto é, a inculcação nos colonizados das práticas, técnicas, símbolos e valores próprios dos colonizadores; e a catequese entendida como a difusão e conversão dos colonizados à religião dos colonizadores (SAVIANI, 2011, p. 29).

No período da pedagogia brasílica ou o período heroico (1549-1599), assim denominado dada à orientação que os jesuítas procuraram implantar quando chegaram ao Brasil colônia (1530-1822), sob o comando do Padre português Manuel de Nóbrega (1517-1570), juntamente com o governador-geral Tomé de Souza (1549-1553). Portanto, o sacerdote elaborou planos de estudos que se iniciavam com o aprendizado do português para os nativos, da leitura e escrita e avançava com a doutrinação cristã.

A pedagogia jesuítica se institucionalizou através do *Ratio atque Institutio Studiorum Societatis Iesu* (Plano e Organização de Estudos da Companhia de Jesus) (1599-1759), na forma de um conjunto de normas e orientações criadas para regulamentar o ensino praticado nos colégios jesuíticos, que objetivava organizar as atividades, funções e os métodos de avaliação nas escolas jesuíticas.

O plano contido na *Ratum* era de caráter universalista pois era adotado indistintamente por todos os jesuítas, em qualquer uma das colônias portuguesas que estivessem. Porém acabou se tornando elitista, porque era destinando aos filhos dos colonos a instrução moral católica e administrativa, convertendo-se em instrumento de formação da elite colonial. Aos indígenas restava apenas a formação da catequese.

A população do período colonial era formada pelos nativos e os colonizadores brancos, posteriormente teve seu número aumentado pelo tráfico de mão de obra escrava oriunda da África. Os escravos negros não obtiveram nenhum direito à educação, as mulheres estavam socialmente excluídas de qualquer atividade e os homens brancos, de acordo com seu poder financeiro, estudavam em colégios religiosos ou iam completar sua formação na Europa.

Segundo Saviani (2011), o monopólio da vertente religiosa da pedagogia tradicional do ensino jesuítico no Brasil durou em torno de duzentos anos, instituindo colégios e seminários, encerrando-se com sua expulsão em 1759 com a Reforma Pombalina, um conjunto de normas elaboradas por Sebastião José de Carvalho e Melo (1699-1782), Marquês de Pombal e Conde de Oeiras, ministro do Rei de Portugal D. José I (1750-1777), que visavam modernizar Portugal.

Este período foi marcado pelo contraste entre a dominante esfera religiosa pautada em suas crenças e na fé, e a visão racionalista pautada pela lógica e a ciência. Pombal atribuía o

atraso de Portugal frente ao desenvolvimento científico e tecnológico das demais nações europeias, que já passavam pelas transformações da Primeira Revolução Industrial (1760-1860), à influência educacional dos jesuítas. Saviani (2011, p. 80) explica que a Reforma Pombalina:

Defendiam o desenvolvimento cultural do Império português pela difusão das novas ideias de base empirista e utilitarista; pelo “derramamento das luzes da razão” nos mais variados setores da vida portuguesa; mas voltaram-se especialmente para a educação que precisaria ser libertada do monopólio jesuítico, cujo ensino mantinha, conforme entendiam, preso a Aristóteles e avesso aos métodos de fazer ciência (SAVIANI, 2011, p. 80).

Com a implantação da Reforma a Companhia de Jesus foi expulsa de Portugal e de suas colônias. Em 1755 proclamou-se a libertação dos indígenas em todo o Brasil, culminando na expulsão total dos Jesuítas em 1760. Por meio das reformas pombalinas, abre-se espaço para a circulação das ideias pedagógicas inspiradas no laicismo que caracterizava a visão iluminista<sup>7</sup>.

A sistematização pedagógica implantada pelas reformas pombalinas foi a das “aulas régias”<sup>8</sup>, que consistiam na ministração de disciplinas avulsas por um professor nomeado e pago pela coroa portuguesa com recurso do “subsídio literário”<sup>9</sup> instituído em 1772. O sistema das aulas régias durou no Brasil até 1834.

As principais características da reforma pombalina foram a estatização e secularização da administração do ensino, do magistério, do conteúdo do ensino, da estrutura organizacional dos estudos e dos estudos superiores.

No século XIX, a Família Real Portuguesa, chefiada por D. João VI (1767-1826) rei do Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves (1816 a 1822), chegou ao Rio de Janeiro fugindo do exército francês que invadia Portugal sob o comando de Napoleão Bonaparte. Com a vinda da família real portuguesa para o Brasil em 1808, deu-se início a um período de

---

<sup>7</sup> De acordo com Abbagnano (2007, p. 618): ILUMINISMO. (...). Linha filosófica caracterizada pelo empenho em estender a razão como crítica e guia de todos os da experiência humana. Mora (2005, p. 1445): Proveniente diretamente do racionalismo do século XVII e do auge alcançado pela Ciência da Natureza, a época do Iluminismo vê no conhecimento da Natureza e em seu domínio efetivo a tarefa fundamental do homem; (...). O Iluminismo não nega a história como um fato efetivo, mas a toma de um ponto de vista crítico (...).

<sup>8</sup> Segundo Morais (2012, p. 84), eram oferecidas as aulas de Primeiras Letras (em que se aprendia a ler/escrever/contar e Doutrina Cristã) e as cadeiras do “secundário”, que antecediam a universidade. Este segundo nível era dividido em Humanidades (Grego, Latim e Retórica) e Filosofia ou Ciências da Natureza (Química, Física e Botânica).

<sup>9</sup> De acordo com Morais (2012), o subsídio literário, criado em 1772, tratava-se de um imposto cobrado sobre bebidas (vinho, aguardente) e carnes frescas. Tendo vigorado no Reino de Portugal e suas colônias, os rendimentos obtidos com este imposto deveriam ser revertidos para o pagamento dos salários dos professores.

efervescência cultural e científica, pois este era carente de estruturas de serviços básicos e se tornara sede da corte europeia.

Neste período foram fundadas diversas escolas e instituições cujos currículos continham noções de Ciências da Natureza. Foram criadas também escolas de medicina e indústrias de vidro, pólvora, tabaco e algodão. Além disso, o país sofreu profundas mudanças estruturais e políticas surgindo novas ocupações, como as carreiras burocráticas<sup>10</sup> e as profissões liberais<sup>11</sup>, fortalecendo a aristocracia e o surgimento de uma burguesia nacional.

O Brasil alcançou a independência em 1822, e, até o século XX se manteve exclusivamente como uma grande nação rural, com baixos padrões sociais e econômicos, se comparado com os Estados Unidos e os países europeus que já se encaminhavam para a Segunda Revolução Industrial iniciada na segunda metade do século XIX (1850-1870). O Brasil por sua vez possuía sua economia basicamente baseada no setor primário, possuindo uma população cada vez maior e menos qualificada, composta por imigrantes europeus, indígenas, escravos africanos e seus descendentes.

Em 13 de maio de 1888, a princesa Isabel assinou a lei Áurea, que aboliu a escravidão no Brasil, último país escravocrata do Ocidente. O fim da escravatura fez ruir as últimas bases de sustentação do regime monarquista. Cerca de um ano e meio depois, com o golpe militar de 15 de novembro de 1889, que depôs Dom Pedro II, o Brasil deixa de ser um Império e a República foi proclamada.

Durante o Brasil República, com relação à fundamentação filosófica dos grupos militares e latifundiários ruralistas, que figuravam entre os intelectuais da época, difundiu-se a filosofia de Auguste Comte<sup>12</sup> (1798-1857), de ideário positivista<sup>13</sup>, segundo o qual só a ciência era capaz de promover o desenvolvimento da humanidade. O ideal positivista era constituir um novo país por meio de um novo homem, sendo para isso necessário disciplinar a grande massa populacional “inculta”. Novos padrões morais e culturais traduziam o ideal

---

<sup>10</sup> Este tipo de carreira é marcada pela divisão do trabalho, hierarquias bem definidas, códigos e regulamentos bem delimitados e, principalmente, centralização do poder.

<sup>11</sup> Os estatutos da CNPL, em seu artigo 1º, parágrafo único, assim define o profissional liberal: “é aquele legalmente habilitado a prestação de serviços de natureza técnico-científica de cunho profissional com a liberdade de execução que lhe é assegurada pelos princípios normativos de sua profissão, independentemente de vínculo da prestação de serviço”. Entram na lista médicos, advogados, jornalistas, dentistas, psicólogos, entre outras categorias.

<sup>12</sup> Isidore Auguste Marie François Xavier Comte foi um filósofo francês, considerado fundador da Sociologia e do Positivismo, trabalhou intensamente na criação de uma filosofia positiva.

<sup>13</sup> Superti (2003, p. 1) relata que, tomando a ciência como base de explicação da história, os positivistas nacionais encontravam na doutrina de Augusto Comte uma orientação prática para esta análise crítica; qual seja; a reorganização da sociedade sob o trabalho livre, a industrialização e a República, enfim a organização positiva da sociedade.

republicano de civilização, e a escola se tornaria o poderoso instrumento civilizador, responsável pela disseminação das Ciências para todo o povo brasileiro.

Benjamin Constant Botelho de Magalhães (1836-1891) militar, engenheiro, professor e estadista brasileiro, foi um dos principais articuladores do levante republicano de 1889. Foi nomeado Ministro da Guerra e, depois, Ministro da Instrução Pública no governo provisório, função na qual, promoveu uma importante reforma curricular. A Reforma Benjamin Constant (1891) buscou a substituição do currículo acadêmico de cunho humanístico por um currículo de caráter enciclopédico, com disciplinas científicas de caráter positivista. Outras reformas se seguiram a essa, mas não lograram êxito em acarretar uma mudança substancial no sistema educacional.

A partir de 1924, sob inspiração de Heitor Lyra da Silva (1887-1926), deu-se a fundação da Associação Brasileira de Educação (ABE)<sup>14</sup>, a qual reunia educadores, médicos, advogados, engenheiros e outros profissionais que acreditavam na transformação do país por meio da educação, promovendo campanhas educacionais. Ganha força o movimento renovador demandando a superação das ideias tradicionais e sua substituição pelo ideário da pedagogia nova.

Resultados da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), o exacerbado nacionalismo e a depressão econômica contribuíram para que a partir da década de 30 os movimentos totalitários começassem a ganhar força nos países europeus, com Hitler na Alemanha, Mussolini na Itália, Salazar em Portugal, Francisco Franco na Espanha, além de Stálin na extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. No Brasil, ocorre a Revolução de 30, sob o comando de Getúlio Vargas (1882-1954), que pôs fim à chamada República Velha. Em 1932 inicia-se o Movimento Constitucionalista e em 1934 seria promulgada a nova Constituição que deu início ao chamado Estado Novo (1937). Apenas com o fim do Estado Novo em 1945 o processo eleitoral democrático seria retomado.

A Grande Depressão, também conhecida como Crise de 1929, que persistiu ao longo da década de 1930, atingiu fortemente a economia do Brasil, que era focada e subordinada basicamente ao setor primário e muito dependente das exportações de café. Então Vargas teve como objetivo principal estimular a industrialização do país.

---

<sup>14</sup> 1916: criação da Sociedade de Ciência Brasileira, depois Academia Brasileira de Ciências. 1917: começo da publicação do Anais da Academia Brasileira de Ciências. 1923: criação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). 1924: criação da Associação Brasileira de Educação (ABE). 1925: instauração do Prêmio Einstein, por causa de sua visita ao Brasil.



Durante a década de 1930-1940<sup>15</sup>, o Brasil estava se industrializando e se urbanizando, gerando uma grande concentração populacional nas cidades. Com isso, surge então a necessidade de universalizar a educação e atualizar o ensino de acordo com as exigências do desenvolvimento industrial.

Os efeitos da industrialização e a urbanização criaram condições que possibilitaram o surgimento e o desenvolvimento de um movimento para a reformulação da educação. De outro lado, a Igreja Católica procurou recuperar sua hegemonia, culminando assim em uma “batalha pedagógica” entre a pedagogia tradicional e pedagogia nova (1932-1947).

Em 1932 a divulgação do “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova” se torna o marco indicador da disposição do grupo renovador de educadores na busca pela reconstrução educacional. Ao reagir contra o empirismo dominante, pretendiam a transferência do terreno administrativo para os planos político-sociais, a busca pela solução dos problemas educacionais. Neste manifesto, ainda se defendia a universalização da educação, que devia ser pública, laica, gratuita e obrigatória, além da escola de educação integral.

Entretanto a disputa com o grupo católico foi acirrada, até 1947, com a elaboração do anteprojeto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), confirmando a supremacia do movimento renovador sobre a pedagogia tradicional.

A Pedagogia Nova (1947-1961) em contraponto à pedagogia tradicional se ancorava numa visão filosófica baseada na existência, na vida e na atividade. Do ponto de vista pedagógico o eixo se deslocou do intelecto para as vivências, do lógico para o psicológico, dos conteúdos para os métodos, do professor para o aluno, do esforço para o interesse, da disciplina para a espontaneidade, da direção do professor para a iniciativa do aluno, da quantidade para a qualidade. Enquanto que a pedagogia tradicional possuía sua visão centrada no professor, no adulto, no intelecto, na disciplina e na memorização.

O manifesto “Mais uma vez Convocados: Manifesto ao povo e ao governo” (1959), foi um documento em defesa da escola pública, redigido novamente por Fernando de Azevedo, contou com 189 assinaturas, entre as quais as de Anísio Teixeira, Florestan Fernandes, Caio Prado Júnior, Sérgio Buarque de Holanda, Fernando Henrique Cardoso, Darci Ribeiro e Álvaro Vieira Pinto. No resgate do ideário liberal definido no primeiro “Manifesto dos Pioneiros”, se posicionava contra o discurso de grupos contrários a educação pública, visava jogar um pouco de luz sobre a educação no país e suas causas, buscava se concretizar na

---

<sup>15</sup> 1930: criação do Instituto Nacional de Pesos e Padrões.

aprovação do projeto de Diretrizes e Bases; a escola pública em acusação se posicionava contra o discurso da Igreja Católica sobre a "liberdade de ensino"<sup>16</sup>.

O manifesto defendia a reestruturação da educação pública de modo a contribuir para o progresso técnico e científico, voltado para o trabalho produtivo e o desenvolvimento econômico, que possibilitasse a transformação do Homem e de seu Universo. Nele reaparecem as propostas dos pioneiros da educação nova, de uma escola pública, laica, obrigatória, gratuita, pela educação integral e democrática:

Mas a educação pública por que nos batemos, ontem como hoje, é a educação fundada em princípios e sob inspiração de ideais democráticos. A ideia de educação pública - conquista irreversível das sociedades modernas; a de uma educação liberal e democrática, e a de educação para o trabalho e o desenvolvimento econômico e, portanto, para o progresso das ciências e da técnica que residem na base da civilização industrial, são três teses fundamentais defendidas por educadores progressistas do mundo inteiro. (...) A escola pública concorre para desenvolver a consciência nacional: ela é um dos mais poderosos fatores de assimilação como também de desenvolvimento das instituições democráticas. Entendemos, por isso, que a educação deve ser universal, isto é, tem de ser organizada e ampliada de maneira que seja possível ministrá-la a todos sem distinções de qualquer ordem; obrigatória e gratuita em todos os graus; integral, no sentido de que, destinando-se a contribuir para a formação da personalidade da criança, do adolescente e do jovem, deve assegurar a todos o maior desenvolvimento de suas capacidades físicas, morais, intelectuais e artísticas (AZEVEDO, 1959, p. 215).

A partir da década de 1950<sup>17</sup> começam a se formar os primeiros polos tecnológicos do Brasil e o ensino de Ciências passou a fazer parte de maneira mais significativa do currículo escolar. Este fato se deve em parte ao processo de industrialização, pelo qual passou o país, e, por consequência da crescente utilização de tecnologias nos meios de produção, impondo uma formação básica em ciências, além da formação técnica profissional.

Neste período a necessidade de preparação de alunos mais aptos era defendida pelo Governo Federal, diante o conseqüente aumento nas demandas por investigadores capazes de impulsionar o progresso das ciências e tecnologias nacionais e redução da dependência externa.

A Lei 4024 - Diretrizes e Bases da Educação de 1961 sob o governo João Goulart (1961-1964), refletindo o espírito da época, ampliou a participação da área de Ciências no

<sup>16</sup>Montalvão (2013, P. 296) relata que as lideranças católicas defendiam que os textos constitucionais e as leis complementares deveriam garantir a liberdade de ensino e os direitos dos pais. Os orçamentos públicos, por sua vez, deveriam consignar recursos para facilitar aos cidadãos o acesso à educação e à cultura, utilizando métodos como a distribuição de bônus família e bolsas de estudo. O controle e a fiscalização desses benefícios caberiam a conselhos e comissões formadas por integrantes das associações familiares.

<sup>17</sup> 1949: criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). 1951: criação do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq). 1952: criação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). 1953: fundação do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). 1956: criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). 1961: criação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

currículo escolar, que passou a figurar desde o primeiro ano do curso ginásial (correspondente aos quatro anos finais do atual ensino fundamental) aumentando-se também a carga horária de física, química e biologia para o ensino colegial (equivalente ao atual ensino médio).

Com o Golpe de Estado no Brasil em 1964 e a implantação da ditadura militar ou regime militar (1964-1985)<sup>18</sup> facilitou-se o desenvolvimento de projetos focados na metodologia científica e com a ênfase no treinamento. As reformas do ensino preparadas pelo governo militar começam a ser implantadas em 1969 sob a égide da pedagogia tecnicista (1961-1969), que se torna a orientação oficial. De acordo com Saviani (2008, p. 381):

(...) a partir do pressuposto da neutralidade científica e inspirada nos princípios de racionalidade, eficiência e produtividade, a pedagogia tecnicista advogou a reordenação do processo educativo de maneira a torná-lo objetivo e operacional. De modo semelhante ao que ocorreu no trabalho fabril, pretende-se a objetivação do trabalho pedagógico (SAVIANI 2008, p. 381).

A reorganização do processo da educação na pedagogia tecnicista era concebida na garantia da eficiência. Buscava-se planejar a educação de modo que a dotasse de uma organização racional capaz de minimizar as interferências que pudessem pôr em risco sua eficiência, pois era tido como equilíbrio do sistema social da sociedade de qual faz parte (SAVIANI, 1983, p. 24).

O projeto do governo militar defendia a modernização e o desenvolvimento do país num curto período. Conforme estabelecido na Lei 5692/71 o ensino de Ciências era considerado um importante componente na preparação da mão de obra de trabalhadores qualificados. Dessa forma a disciplina de Ciências passou a ter o caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau (ensino fundamental). Essa mesma lei consagrou definitivamente a denominação ciências físicas e biológicas ao determinar que elas também fossem adotadas no segundo grau (ensino médio) abrangendo os estudos de biologia, física e química.

Este projeto enfrenta, porém, a resistência de lideranças intelectuais expressivas, que inspirados nas ideias construtivistas das teorias crítico-reprodutivistas (1969-2001), passam a elaborar e difundir críticas à pedagogia tecnicista. Foram desenvolvidos estudos dedicados a crítica da educação dominante, pondo em evidência os interesses reais da política educacional que eram acobertados pelo discurso político-pedagógico oficial. Nessas últimas décadas, educadores e pesquisadores passaram a questionar essa superioridade epistemológica do saber científico. Na experiência de problematizar as relações entre cultura e educação científica,

---

<sup>18</sup> 1967: criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FINEP). 1976: criação da Universidade Estadual Paulista (UNESP). 1985: criação do Ministério da Ciência e Tecnologia, atual Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

passam a considerar também a cultura popular e seus conhecimentos culturais na orientação dos currículos. “Escola e democracia” (1983), livro de Dermeval Saviani, é uma das obras que discute as questões citadas anteriormente.

Silva e Pereira (2011) falam que por volta dos anos de 1960-1970 a degradação ambiental, bem como o desenvolvimento científico e tecnológico vinculados à “Guerra Fria”<sup>19</sup>, fizeram com que a Ciência e a Tecnologia (CT) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. O mundo vivia a tensão desta guerra marcada pela intensa disputa tecnológica e ideológica entre os blocos socialista (URSS) e capitalista (EUA). Tal disputa trouxe conquistas para a humanidade, através da pesquisa espacial e armamentista, mas também criou problemas maiores como a constante ameaça de uma guerra nuclear.

Nesse contexto emerge o movimento “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS) reivindicando um redirecionamento tecnológico e contrapondo-se à ideia de que mais Ciência-Tecnologia (CT) iria necessariamente resolver problemas ambientais, sociais e econômicos e como as descobertas científicas e suas conseqüentes aplicações tecnológicas conectam-se com o desenvolvimento de outros setores sociais, no planejamento de leis, nos debates políticos, no modo de viver da sociedade, na sua cultura, na ética e no meio ambiente. Dessa forma foi introduzida a tendência CTS nos currículos do ensino de Ciências, com o objetivo de contemplar a dinâmica social e ambiental da evolução histórica.

Thomas Samuel Kuhn (1922-1996), com sua obra “The Structure of Scientific Revolutions” (1962) influenciou grandemente os estudos nesta área. Os fatos científicos passaram a ser vistos como produções de cientistas socialmente condicionados em suas investigações. A ciência passa a ser entendida como uma atividade concreta que se dá ao longo do tempo e que em cada época histórica apresenta peculiaridades e características próprias, em vez de representações objetivas do mundo natural.

O movimento CTS buscava entender a natureza, causas e conseqüências sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, e de que forma a ciência e a tecnologia agem nas diferentes sociedades, e como as forças sociais tentam moldar e controlar a diversidade de interesses em seu entorno, muitas vezes conflitantes entre si. Com diversos desafios, os estudos da área das CTS passaram a demandar pesquisas com conhecimentos interdisciplinares, na educação científica, para integrá-la aos aspectos éticos, políticos, sociais e econômicos.

---

<sup>19</sup> É designada "fria" porque não houve uma guerra direta entre as duas superpotências, dada a inviabilidade da vitória em uma batalha nuclear. Situada historicamente entre o final da Segunda Guerra Mundial (1945) e a extinção da União Soviética (1991), foi um conflito de ordem política, militar, tecnológica, econômica, social e ideológica entre os Estados Unidos (EUA) e a União Soviética (URSS), e suas respectivas zonas de influência.

Após 20 anos de Ditadura Militar no Brasil, o país passava por uma grave crise econômica, social e política, fazendo com que a partir da década de 1980, crescessem a realização de estudos no campo educacional, visando enfatizar a necessidade da retomada de uma sociedade democrática, da oferta de uma educação de qualidade e da busca por novas metodologias de ensino. Porém, no ensino de Ciências ainda se mantinha uma forte influência do pensamento racionalista.

A realização da I Conferência Brasileira de Educação (CBE) (1986) pôs em evidência a necessidade de se encontrar alternativas à pedagogia oficial, formulando uma pedagogia crítica e não reprodutivista. Esses debates resultaram na formulação da Pedagogia Histórico-Crítica, pelo pedagogo brasileiro Dermeval Saviani, de caráter contra hegemônico, inspirada nas ideias marxistas<sup>20</sup>, a qual estava preocupada com os problemas educacionais gerados pelo processo de exploração do homem pelo homem.

Os ideais da pedagogia histórico-crítica defendem a valorização da educação escolar, que por sua vez tem o papel de garantir os conteúdos que permitam aos alunos compreender e participar de forma crítica nos processos sociais. A ideia é socializar o conhecimento sistematizado historicamente e construído pelo homem para que este supere a visão de senso comum. Nesse sentido, a função da escola é criar condições necessárias para a transmissão e a assimilação desses conteúdos. Saviani (2008, p. 9) afirma que a tarefa a que se propõe a pedagogia histórico-crítica em relação à educação escolar implica:

- a) Identificação das formas mais desenvolvidas em que se expressa o saber objetivo produzido historicamente, reconhecendo as condições de sua produção e compreendendo as suas principais manifestações, bem como as tendências atuais de transformação.
- b) Conversão do saber objetivo em saber escolar, de modo que se torne assimilável pelos alunos no espaço e tempo escolares.
- c) Provimento dos meios necessários para que os alunos não apenas assimilem o saber objetivo enquanto resultado, mas apreendam o processo de sua produção, bem como as tendências de sua transformação (SAVIANI, 2008, p. 9).

---

<sup>20</sup> A fundamentação teórica da pedagogia-histórico-crítica nos aspectos filosóficos, históricos, econômicos e político-sociais propõe-se explicitamente a seguir as trilhas abertas pelas agudas investigações desenvolvidas por Marx sobre as condições históricas de produção da existência humana que resultaram na forma da sociedade atual dominada pelo capital. É, pois, no espírito de suas investigações que essa proposta pedagógica se inspira. Frise-se: é de inspiração que se trata e não de extrair dos clássicos do marxismo uma teoria pedagógica. Pois, como se sabe, nem Marx, nem Engels, Lênin ou Gramsci desenvolveram teoria pedagógica em sentido próprio. Assim, quando esses autores são citados, o que está em causa não é a transposição de seus textos para a pedagogia e, nem mesmo, a aplicação de suas análises ao contexto pedagógico. Aquilo que está em causa é a elaboração de uma concepção pedagógica em consonância com a concepção de mundo e de homem própria do materialismo histórico (SAVIANI, 2011, P. 422).

As transformações que marcaram a passagem do fordismo<sup>21</sup> para o toyotismo<sup>22</sup>, influenciaram as ideias pedagógicas ocorridas na última década do século XX no Brasil, e, são caracterizadas pelo termo neoprodutivismo, nova versão da teoria do capital humano e determina uma orientação educacional que se mostra na “pedagogia da exclusão”<sup>23</sup>, formulada como uma crítica às ações do neoliberalismo na educação.

O neoprodutivismo e suas variantes (1991-2001), tiveram como base a requalificação dos trabalhadores, para que estes pudessem voltar ao mercado de trabalho. O neoescolanovismo, concepção pela qual os Parâmetros Curriculares Nacionais de 1996 foram orientados, enfatiza o “aprender a aprender” onde o professor passa a ser o auxiliar (mediador) do aluno no processo de aprendizagem (SAVIANI, 1983, p. 21). O neoconstrutivismo retoma o aprender a aprender com a “Pedagogia das competências”, buscando dar aos indivíduos condições de acessar o mercado de trabalho numa sociedade diversificada. Já o neotecnicismo é focado no processo de “formação” do aluno, um exemplo disso é o entendimento dos professores como prestadores de serviço, onde os alunos são como clientes e a educação um produto, busca-se com isso a potencialização dos resultados de seus investimentos na educação, utilizando-se para isso da pedagogia da qualidade total e da pedagogia corporativa, pautada pela prevalência das leis de mercado no processo educativo.

O ano de 1996 assinala ao mesmo tempo o domínio da pedagogia oficial sobre o movimento dos educadores e a tentativa desse movimento dos educadores de rearticular-se buscando abrir novos espaços para fazer prevalecer as ideias pedagógicas que defende. Com a aprovação da LDB (1996), por meio da articulação de um novo projeto que removeu aquele defendido pelo movimento educacional organizado, o governo federal fez prevalecer sua visão. Em contrapartida ao realizar o I Congresso Nacional de Educação (CONED), os educadores manifestam a disposição de resistir às ideias pedagógicas dominantes aliando a crítica dessas ideias a formulação de alternativas de política educacional que deem uma nova importância à prática pedagógica.

---

<sup>21</sup> De acordo com Ribeiro (2015, p. 68), com Ford, a grande novidade técnica e em termos de organização da produção no chão de fábrica foi a introdução da esteira rolante, que ao fazer o trabalho chegar ao trabalhador numa posição fixa, conseguiu dramáticos ganhos de produtividade.

<sup>22</sup> Ribeiro (2015, p. 74), afirma que o toyotismo, como via japonesa de expansão e consolidação, é uma forma de organização do trabalho que nasceu na Toyota, no Japão do pós-45, e que, muito rapidamente se propaga para as grandes companhias daquele país.

<sup>23</sup> De acordo com Streck (2009, p. 546), o uso do termo na pedagogia brasileira se dá no contexto do assim chamado “consenso de Washington”, que sacramenta o uso das políticas neoliberais na educação. No livro “Pedagogia da exclusão: crítica ao neoliberalismo em educação” de Pablo Gentili (1996), constam assuntos como a privatização do ensino, o Banco Mundial e as políticas da educação, os mercados educacionais e o avanço da nova direita.

### 3.2 A EDUCAÇÃO DO CAMPO: BREVE RELATO HISTÓRICO E CONCEITUAL E A SUA RELAÇÃO COM O ENSINO CONTEXTUALIZADO

Ao se realizar uma análise na história do Brasil percebe-se que a escola brasileira do século XVI ao XX, atendia essencialmente aos setores da elite brasileira, sendo inacessível para grande parte da população rural. As elites agrárias do Brasil, não viam necessidade das mulheres, indígenas, negros e trabalhadores rurais terem acesso ao letramento. Percebe-se que esta visão de educação rural surge condicionada pelas matrizes culturais escravistas, latifundiária, de produção extrativista e agrícola voltada para a exportação, controlada pelo poder econômico das oligarquias.

Desde a década de 1930, a escola se institucionalizou no campo, e durante a Ditadura Militar foram implantadas diversas campanhas de alfabetização no Brasil, amarrados a projetos de modernização do campo, difundidos através do sistema de assistência técnica e extensão rural. Porém, além do seu fraco desempenho, esses processos ocorreram sem levar em consideração as especificidades das necessidades dos povos do campo.

A partir da década de 1980, protagonizada pelos movimentos sociais do campo, ganha força a luta por uma educação que contemple de fato a população do campo. Uma de suas conquistas, mostra-se com a aprovação da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a qual institui em seu artigo 28, os seguintes direcionamentos para a escola do campo:

Art. 28º. Na oferta de educação básica para a população rural, os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente:

I - conteúdos curriculares e metodologias apropriadas às reais necessidades e interesses dos alunos da zona rural;

II - organização escolar própria, incluindo adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas;

III - adequação à natureza do trabalho na zona rural (BRASIL/MEC, LDB, 9.394/96, art. 28).

Em 1997, durante o I Encontro de Educadores e Educadoras da Reforma Agrária (I ENERA), organizado pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) com o apoio da Universidade de Brasília (UnB), entre outras entidades, discutiu-se a necessidade de pensar uma educação pública de qualidade voltada para as especificidades dos povos do campo, levando em consideração suas necessidades nos aspectos políticos, econômicos, sociais e culturais.

Segundo Henriques et al. (2007), em 1998, foi criada a Articulação Nacional Por Uma Educação do Campo, organizada por várias entidades, passou a promover e gerir as ações conjuntas pelo direito de acesso à educação de qualidade dos povos do campo em nível nacional. Dentre as conquistas alcançadas por essa Articulação estão: a realização de duas Conferências Nacionais Por Uma Educação Básica do Campo, em 1998 e 2004; a instituição pelo Conselho Nacional de Educação; as Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo (CNE), em 2002; e a instituição do Grupo Permanente de Trabalho de Educação do Campo (GPT), em 2003.

Ainda, em 1998 aconteceu a I Conferência Nacional Por Uma Educação Básica do Campo, considerada um marco para o reconhecimento do campo enquanto espaço de vida e de sujeitos que reivindicam sua autonomia e emancipação. Tal conferência foi realizada por meio de parceria de várias entidades: MST, UnB, do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB). Nela foram debatidos os problemas de acesso e as condições da qualidade do ensino, a formação do corpo docente, suas condições de trabalho e valorização do profissional, além de modelos pedagógicos que promovam experiências inovadoras no meio rural. A socialização desses debates demonstrava a construção de uma proposta de educação do campo em contraposição a educação rural.

De acordo com Santos e Souza (2016), em 16 de abril de 1998, por meio da Portaria nº. 10/98, foi criado o Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA), vinculado ao gabinete do Ministério Extraordinário da Política Fundiária. Em 2001, o Programa passa a fazer parte do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Através dos diversos atores sociais envolvidos no processo de luta pela terra no país, o PRONERA sinalizava a afirmação do compromisso do Governo Federal com as instituições de ensino, os movimentos sociais, os sindicatos de trabalhadores e trabalhadoras rurais, governos estaduais e municipais.

Em 2002 foi aprovada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e pela Câmara de Educação Básica (CEB) a Resolução CNE/CEB Nº. 01 de 03 de abril de 2002 que instituiu as Diretrizes Operacionais da Educação do Campo, consolidando um importante marco na história da educação do campo.

De acordo com as informações disponíveis em SECADI e MEC (2012), em 2004 foi criada a Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (SECAD) no



âmbito do Ministério da Educação (MEC). Nessa secretaria foi criada a Coordenação Geral da Educação do Campo.

Este fato representou a inclusão na esfera federal de uma instância especialmente voltada para o atendimento das demandas do campo, a partir do reconhecimento de suas necessidades e particularidades. Sinalizando assim, o desenvolvimento de algumas iniciativas no âmbito do governo federal quanto à representação das identidades da escola do campo. Representatividade essa que ocorre através de programas, projetos e ações de atendimento escolar idealizado pela agora Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI). A Resolução CNE/CEB nº 2, de 28 de abril de 2008 estabeleceu as diretrizes complementares e também as normas e princípios para o desenvolvimento de políticas públicas de atendimento da Educação Básica do Campo.

Como resultado das lutas e demandas dos movimentos sociais ao Estado, Molina (2014, p.11) destaca a importância da criação dos cursos de graduação em Licenciatura em Educação do Campo (LEDOCs) nas universidades públicas brasileiras, destinados aos próprios sujeitos do campo<sup>24</sup>, sendo eles professores que atuam no meio rural, ou jovens que desejem se tornar educadores do campo.

De acordo com Molina (2014, p.11), estas Licenciaturas têm como objetivo formar e habilitar profissionais do próprio campo, para atuação nos anos finais do ensino fundamental e médio, tendo como objeto de estudo e de práticas as escolas de Educação Básica do campo.

Molina (2014, p.11) destaca ainda que esses cursos devem promover uma estratégia metodológica de formação de educadores, que tenha como pilar central a formação para docência multidisciplinar por áreas de conhecimento. Essas graduações objetivam preparar educadores para, além da docência, atuarem na gestão de processos educativos escolares e na gestão de processos educativos comunitários.

Nesta perspectiva, um dos grandes desafios e uma grande responsabilidade das LEDOCs apontados por Molina (2014, p. 17), são os de:

Desenvolver processos de ensino aprendizagem que contribuam com a promoção da superação da fragmentação do conhecimento, que promovam processos de ensino aprendizagem nos quais se criem possibilidades de ampliação da compreensão da realidade pelos educandos do campo, a partir de uma visão totalizadora dos processos sociais, dos quais o conhecimento científico e seu processo de produção fazem parte, sendo, portanto, um produto histórico social, datado e não neutro, é um grande desafio e uma grande responsabilidade (MOLINA, 2014, p. 17).

---

<sup>24</sup> De acordo com o Dicionário da Educação do Campo (2012, p. 242): Agricultores familiares, quilombolas, sem-terra, indígenas, mestiços, agricultores urbanos, juventude rural e outras formas identitárias, sujeitos que buscam afirmar seus pertencimentos sociais como “povos do campo” (...).

As reflexões em torno do ensino de Ciências da Natureza na Educação do Campo remetem a uma concepção de Ciência entrelaçada com ações culturais associadas aos aspectos sociais, econômicos e políticos que interagem na relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (BRITTO, 2011).

A formação de professores na Educação do Campo tem entre seus princípios o compromisso dentre a área de Ciências da Natureza, o comprometido com a apropriação da produção histórico/cultural da produção científica e tecnológica, como possibilidade de conceber uma educação crítica e emancipatória com os povos do campo (BRITTO, 2011).

### 3.3 O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA POR MEIO DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA

Na busca pela superação da abordagem fragmentada no ensino das Ciências da Natureza, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que propõem contextualização histórico-filosófica inter-relacionada aos conteúdos e permitem uma abordagem à área das Ciências da Natureza, buscando-se a possível realização da interdisciplinaridade dentro dessa área do conhecimento.

Nos últimos anos, com o crescente aumento de interesse em se estudar as aplicações da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências, vários modelos de alternativas vêm sendo testados. Um exemplo disso é a elaboração do livro “Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino” (2012), organizada por Luiz O. Q. Peduzzi, André Ferrer P. Martins e Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira. Ao se analisar o material apresentado pela obra percebe-se quão diferentes entre si são as contribuições do uso de História e da Filosofia da Ciência no Ensino, oriundas de historiadores, filósofos da Ciência e educadores das Ciências da Natureza. Nele são analisados artigos que tratam do Ensino de Ciências na área da física, e que relatam aplicações em geral como produção, uso e análise de materiais didáticos, apresentando os resultados da intervenção didática em sala de aula.

Também é possível encontrar artigos de revisão, como por exemplo “A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão” (2015), de Callegario et al. onde é mapeado e discutido artigos que abordam o uso da História da Ciência no ensino de Química, na perspectiva de identificar o que tem sido feito em aulas de Química acerca da inserção da História da Ciência.

O uso da contextualização e da interdisciplinaridade permite conexões entre diversos conceitos, entre as diferentes formas de pensamento científico, ou, ainda, a relevância cultural do tema, tanto no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da Ciência, como à sua importância histórica no desenvolvimento da própria Ciência.

A inclusão da perspectiva histórica no ensino de Ciências é constantemente defendida por muitos pesquisadores da área, como Michael Matthews pesquisador da História e Filosofia no ensino de Ciências e da filosofia da educação. De acordo com Matthews (1995), a contextualização, assegura que a história da ciência contribui para o seu ensino porque:

[...] (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem à ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995, p. 172).

Delizoicov et al. (2011), menciona que pesquisadores brasileiros e estrangeiros, que se dedicam à investigação no ensino de Biologia, Física e Química, afirmam em unanimidade que a inserção do debate epistemológico, via História e Filosofia da Ciência, nos espaços de formação docente, com as devidas articulações às suas práticas de ensino, é uma estratégia muito proveitosa para uma melhor preparação dos professores e à superação do ensino dogmático e memorístico que ainda persiste na Educação Científica, em vários âmbitos.

O desenvolvimento de habilidades, com referência na contextualização, possibilita uma articulação com outros conhecimentos, uma vez que o mundo real, diferentemente do que é aplicado no ensino atual, não é em si mesmo disciplinar. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (2000, p. 8) apontam que:

Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais. Para uma educação com o sentido que se deseja imprimir, só uma permanente revisão do que será tratado nas disciplinas garantirá atualização com o avanço do conhecimento científico e, em parte, com sua incorporação tecnológica. Como cada ciência, que dá nome a cada disciplina, deve também tratar das dimensões tecnológicas a ela correlatas, isso exigirá uma atualização de conteúdos ainda mais ágil, pois as aplicações práticas têm um ritmo de transformação ainda maior que o da produção científica (BRASIL, 2000, p. 8).

A ação metodológica proposta pela abordagem contextualizada provoca uma humanização das ciências exatas, reforçando a formação de um cidadão consciente de seu próprio contexto histórico-filosófico, tornando-o mais apto a refletir acerca de questões presentes em espaços que vão além do ambiente de ensino. Principalmente na atualidade, que oferece maior acesso a todo tipo de informação, as quais nem sempre vem de fontes confiáveis, frequentemente as informações veiculadas pelos meios de comunicação são superficiais, errôneas ou exageradamente técnicas. Dessa forma, as informações recebidas podem levar a uma falsa compreensão da realidade da prática científica e do papel do conhecimento.

Esse contexto exige que a formação seja de cidadãos, capazes de questionar e transformar a realidade, de identificar, propor e resolver problemas, utilizando-se da capacidade de análise crítica, seleção de formas de procedimentos frente ao problema e verificando sua aplicação. A ciência passa para além do papel de dar sentido ao mundo natural, assumindo um papel de construção e desenvolvimento social e consciente. O PCNEM (2000, p. 7) indica que:

(...)o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana (BRASIL, 2000, p. 7).

Segundo Matthews (1995, p. 165), é defendido o uso da História e Filosofia da Ciência, no contexto do ensino de Ciências da Natureza pois:

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

Matthews (1995), ainda argumenta que é preciso ensinar História e Filosofia da Ciência para que os estudantes possam estabelecer parâmetros entre o que existe atualmente e o passado, e assim sejam capazes de caracterizar o processo de produção do conhecimento como uma dinâmica de busca da realidade, podendo assim conhecer e compreender os aspectos e os fatores que contribuíram para o surgimento e o desenvolvimento dos temas tratados nos manuais. Matthews (1995, p. 184) também coloca que:

A história e a filosofia podem dar às idealizações em ciência uma dimensão mais humana e compreensível e podem explicá-las como artefatos dignos de serem apreciados por si mesmos. Isto é importante para os estudantes que estão sendo apresentados ao mundo da ciência (MATTHEWS, 1995, p. 184).

É preciso discutir o ensino de Ciências para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada realidade social, procurando uma proposta pedagógica clara, dando ao ensino de Ciências novas dimensões.

### 3.4 A IMPORTÂNCIA DA EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA E DA VISÃO HISTÓRICA NA CIÊNCIA DE ACORDO COM ALGUNS EPISTEMÓLOGOS

Cachapuz et al. (2005) destacam que o ensino de Ciências enquanto área do conhecimento, necessita estar em estreita conexão com a epistemologia da ciência para uma fundamentada orientação, devendo ser ainda um referencial seguro para uma mais adequada construção das suas análises:

A epistemologia ao pretender saber das características do que é ou não é específico da cientificidade e tendo como objeto de estudo a reflexão sobre a produção da ciência, sobre os seus fundamentos e métodos, sobre o seu crescimento, sobre os contextos de descoberta, não constitui uma construção racional isolada. Ela faz parte de uma teia de relações, muitas vezes oculta, mas que importa trazer ao de cima numa educação científica que ao refletir sobre as suas finalidades, sobre os seus fundamentos e raízes, sobre as incidências que produz no ensino praticado e nas aprendizagens realizadas pelos alunos se esclarece na própria orientação epistemológica que segue (CACHAPUZ et al, 2005, p. 72).

O empirismo<sup>25</sup> e o indutivismo<sup>26</sup>, que caracterizam o método experimental, têm sido muito contestados em análises críticas da História das Ciências realizadas por filósofos ligados às Ciências da Natureza, como Bachelard e Popper, a partir dos anos 30, Kuhn, Lakatos e Feyerabend nos anos 60 em diante. Martins (1998) ao fazer uma análise das diferentes concepções sobre o processo da construção do conhecimento científico, a partir das visões de Kuhn, Bachelard e Feyerabend, argumenta que:

Uma educação científica que apresente a ciência como fazer humano, portanto contextualizado histórica e socialmente, que evidencie seu caráter inacabado transitório, bem como as rupturas e transformações pelas quais essa atividade passou através dos séculos não pode, certamente, abdicar da história (MARTINS, 1998. p. 66).

Nesse sentido, visualizamos em Bachelard a ênfase à importância em se conhecer a epistemologia da ciência:

O historiador da ciência deve tomar as ideias como se fossem fatos. O epistemólogo deve tomar os fatos como se fossem ideias, inserindo-as num sistema de pensamento. Um fato mal interpretado por uma época permanece, para o historiador, um fato. Para o epistemólogo, é um obstáculo, um contrapensamento (BACHELARD, 1996, p. 22).

No século XX, o filósofo austríaco Karl Popper (1902-1994) criticou a forma de fazer ciência a partir da indução, o método defendido por Bacon. Popper desenvolveu o termo "Racionalismo Crítico"<sup>27</sup> para descrever a sua filosofia. Esta designação é significativa e é um indício da sua rejeição do empirismo clássico e do observacionalismo-indutivista.

Para Popper, o método indutivo não garante a validade de suas conclusões. De acordo com o mesmo, a teoria científica será sempre conjectural e provisória. E, portanto, elas nunca

<sup>25</sup> Abbagnano (2007, p. 377): (...) Corrente filosófica para a qual experiência é critério ou norma da verdade, considerando-se a palavra "experiência" no significado (...).

<sup>26</sup> Mora (2005, p. 1498): De Bacon até o século XIX destacaram-se as seguintes concepções de indução: (A) Concepções baseadas nas ideias baconianas, adotadas por alguns autores de tendência empirista. (B) Concepções baseadas nas ideias aristotélicas, adotadas pela maior parte dos autores escolásticos e por outros de tendência realista moderada e conceitualista. (C) Concepções que insistiram em uma noção "positiva" da indução(...). (D) Concepções segundo as quais o raciocínio indutivo se baseia no hábito gerado pela observação de que certos acontecimentos normalmente se seguem a outros, de tal modo que se pode prever que algo continuará ocorrendo no futuro. Hume deu origem a essas teorias. (E) Concepções segundo as quais os juízos indutivos – ou, melhor, a justificação de tais juízos – explicam-se pela estrutura da consciência transcendental. O pai dessas concepções é Kant.

<sup>27</sup> Abbagnano (2007, p. 967): (...). 1. Qualquer corrente de pensamento que, na esteira de Kant, se proponha a desenvolver uma crítica da racionalidade voltada a indagar "o papel, a função, o significado e o limite do pensamento na sua capacidade de produzir conhecimentos, de construir horizontes de inteligibilidade do mundo e de elaborar estruturas capazes de atribuir um fim a própria realidade" (...). 2. Popper identificou o R. crítico com o método da discussão crítica e com o princípio segundo o qual "nada deve ser considerado isento a crítica (...) nem mesmo esse princípio do método crítico" (...).

trarão uma verdade absoluta, mas ampliarão o nosso olhar quanto a mesma. De acordo com Popper, não é possível confirmar a veracidade de uma teoria pela simples constatação de que os resultados de uma previsão efetuada com base naquela teoria se verificaram. Afirmou isso, pois não é possível ter acesso a todos os fatos particulares para ser possível chegar a conclusões.

Um dos exemplos citados em sua obra “A Lógica da Investigação Científica” (1934), fala que o cientista pode observar cisnes durante 20 anos e perceber que todos os cisnes observados são brancos, mas ele não pode concluir que “todos” os cisnes são brancos. Se ele concluir isto, bastará a existência de apenas um cisne negro para invalidar sua tese.

Com isto, Popper defendeu que o papel da ciência é falsear<sup>28</sup> as suas conclusões a partir do método dedutivo, partindo de conclusões universais para a verificação particular. O objetivo é a verificação se suas conclusões são verdadeiras, diante da busca em falseá-las com a experimentação. Segundo Popper falseabilidade ou refutabilidade é a propriedade de uma asserção, ideia, hipótese ou teoria poder ser mostrada falsa. Conceito importante na Filosofia da Ciência, como solução para o chamado problema da indução.

Paul Karl Feyerabend (1924-1994), filósofo da Ciência austríaco, que escreveu um livro intitulado “Contra o Método” (1975), onde sugere claramente que a ideia de um método científico não passa de um mito que não resiste à investigação histórica. Frequentemente os cientistas se veem incapazes de explicar como as ideias lhes ocorrem, elas simplesmente aparecem, repentinamente, sem que tenham sido construídas passo a passo, por um procedimento metodológico. Feyerabend (2011, p. 15) fala que:

A ideia de um método que contenha princípios científicos inalteráveis e absolutamente obrigatórios que rejam os assuntos científicos se defronta com dificuldades ao ser confrontada com os resultados da investigação histórica. Descobrimos que não existe uma única regra, por mais plausível que pareça, por mais alicerçada sobre a epistemologia, que seja desrespeitada numa ou noutra ocasião. É evidente tais transgressões não ocorrem acidentalmente (...) Elas são antes necessárias ao progresso (FEYRRABEND, 2011, p. 15).

O físico americano Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) em seu livro “A Estrutura das Revoluções Científicas” (1962) fala que além de serem construções humanas, as ciências são também construções sociais e históricas. De acordo com Kuhn a evolução da teoria científica não provém da mera acumulação de “feitos”, senão que de um grupo de circunstâncias e

---

<sup>28</sup> Abbagnano (2007, p. 495): (...). 1. É o critério de marcação proposto por Popper, com o objetivo de distinguir as teorias empírico-científicas das teorias que não são. O princípio de F. substitui o princípio neopositivista de verificabilidade, considerando epistemologicamente inadequado e incapaz de justificar as generalizações da ciência.

possibilidades intelectuais sujeitas a mudança. De acordo com essa concepção, a ciência depende da comunidade científica específica, da tradição que é transmitida, dos valores compartilhados entre seus membros, dos exemplares históricos descrevendo suas atividades científicas.

A ideia de paradigma é apresentada por Kuhn como sendo a representação de um modelo científico, reconhecido historicamente e bem-sucedido, seguido e compartilhado por uma comunidade científica; enquanto que a noção de comunidade científica é o grupo de indivíduos que praticam o mesmo modelo científico específico de sua área de estudos.

Na compreensão de Kuhn (1969, p. 218), nas Ciências da Natureza existem realizações científicas orientadas por crenças, valores, técnicas e modos de pensar compartilhados, chamados de paradigmas.

Kuhn alega que o critério de falsificabilidade, defendida por Popper não passa de um mito, que não encontra corroboração alguma na história. Ao contrário, é constantemente por ela refutado. De acordo com Kuhn (1962, p. 139):

Nenhum processo já revelado pelo estudo da história do desenvolvimento científico se parece, nem de longe, com o estereótipo da falsificação pela comparação direta com a natureza (KUHN, 1962, p. 139).

Em vez de se tentar entender a ciência a partir de critérios lógicos ou metodológicos para o seu discurso, Kuhn sugere que se examine a história e deixar que ela nos conte o que é a ciência, tal como ela se dá efetivamente, e compreender, a partir do comportamento dos cientistas, os mecanismos pelos quais suas decisões são tomadas.

A História e Filosofia da Ciência possuem a chave para compreender a construção dos conceitos e a partir dela é possível estabelecer novas formas de pensar, propor novas ideias e proporcionar um novo ensino. Kuhn defendia uma nova relação, mais estreita, entre Filosofia da Ciência e História da Ciência:

Se a história fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina (KHUN, 1962, p. 19).

Na visão de Kuhn a história é como um recurso imprescindível na reconstituição da ciência. Segundo ele, as reconstruções das atividades científicas propostas pelo positivismo lógico pecam pelo fato de não corresponderem a ciência tal como ela é realmente praticada.



Para saber qual a verdadeira natureza da ciência, seria imprescindível compreender os rumos tomados por cada uma das ciências em seus desenvolvimentos históricos.

De acordo com Khun (1977), quando o ensino proporciona visões amplas da ciência os indivíduos passam a ter posicionamentos críticos acerca dos conhecimentos que lhe são apresentados, podendo então criar rupturas na concepção de ciência vigente.

O conhecimento científico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A História da Ciência, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Ciências, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos.

De acordo com os PCNEM (2000):

A educação em geral e o ensino das Ciências da Natureza, Matemática e das Tecnologias não se estabelecem como imediata realização de definições legais ou como simples expressão de convicções teóricas. Mais do que isso, refletem também as condições políticas, sociais e econômicas de cada período e região, assim como são diretamente relevantes para o desenvolvimento cultural e produtivo. As ideias dominantes ou hegemônicas em cada época sobre a educação e a ciência, seja entre os teóricos da educação, seja entre as instâncias de decisão política, raramente coincidem com a educação efetivamente praticada no sistema escolar, que reflete uma situação real nem sempre considerada, onde as condições escolares são muito distintas das idealizadas (BRASIL, 2000, p. 47).

A Ciência percebida enquanto construção histórica, como atividade social humana, emergente da cultura, leva à compreensão de que modelos explicativos não são únicos nem finais, tendo se sucedido ao longo dos tempos.

Um bom exemplo é a dinâmica do Sistema Solar, o interesse em compreender os movimentos dos corpos celestes foi um dos temas que proporcionou muitos debates, observações, pesquisas e elaboração de teorias religiosas e científicas sobre esse fenômeno ao longo da história. O sucesso de cada modelo decorria da intimidade com a visão de mundo de cada época, porém enfrentavam dificuldades de mudanças quando contrapunham ideias defendidas por algum tipo de poder, neste caso por parte do poder religioso. A aceitação de novas ideias advinha em períodos de grandes mudanças socioculturais. O surgimento de novas teorias científicas mantém uma relação complexa com o contexto social em que ocorreram.

A consciência de que o conhecimento científico é assim dinâmico e mutável ajudará o estudante a ter a necessária visão crítica da ciência. Não se pode simplesmente aceitar a ciência como pronta e acabada e os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados

nas escolas como “verdade absoluta”. Tampouco deve o aluno ficar com a impressão de que existe uma “ciência” acima do bem e do mal, que o cientista tenta descobrir. A ciência deve ser percebida como uma criação do intelecto humano e, como qualquer atividade humana, também submetida a avaliações de natureza ética.

A percepção do desenvolvimento científico-tecnológico com importantes contribuições, cujas decorrências têm alcance econômico, social e político, do saber científico como construção humana constitui-se condição necessária, para que se promova a consciência de uma responsabilidade social e ética. Os PCNEM (2000), ainda nos dizem que:

A compreensão da relação entre o aprendizado científico, matemático e das tecnologias e as questões de alcance social são a um só tempo meio para o ensino e objetivo da educação. (...), ou se analisando historicamente o processo de desenvolvimento das Ciências e da Matemática. Nessa medida, a história das Ciências é um importante recurso. A importância da história das Ciências e da Matemática, contudo, tem uma relevância para o aprendizado que transcende a relação social, pois ilustra também o desenvolvimento e a evolução dos conceitos a serem aprendidos (BRASIL, 2000, p. 54).

Nesse sentido, deve ser considerado o desenvolvimento da capacidade de se preocupar com o todo social e com a cidadania. Onde que o indivíduo ao se reconhecer como cidadão participante, aproveite-se do conhecimento adquirido, para tornar-se agente transformador e conscientizado de eventuais problemas e soluções.

Ao mesmo tempo, devem ser promovidas as competências necessárias para a avaliação da veracidade de informações ou para a emissão de opiniões e juízos de valor em relação a situações sociais. Procurando explicitar que por meio de diferentes formas que, mais do que uma simples reformulação de conteúdo ou tópicos, deve-se buscar promover uma mudança de ênfase, visando à vida individual e social do indivíduo.

E assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho foi normatizado de acordo com o “Manual de Trabalhos Acadêmicos da Universidade Federal da Fronteira Sul” (2014) elaborado para padronizar e nortear o desenvolvimento e elaboração de trabalhos acadêmicos na instituição.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho acadêmico-científico foi a pesquisa bibliográfica. De acordo com os métodos e técnicas de pesquisa, e aspectos metodológicos dos trabalhos científicos apresentados na obra “Fundamentos de Metodologia Científica” de Eva Maria Lakatos e Marina de Andrade Marconi.

De acordo com Lakatos (2003, p.183), este trabalho foi elaborado a partir de bibliografias tornadas públicas em relação ao tema de estudo, desde publicações de boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, disponíveis em material impresso ou disponibilizado na internet. No desenvolvimento desta pesquisa foi adotado uma abordagem qualitativa para fins exploratórios.

Como um dos resultados desse trabalho é apresentada a elaboração de uma proposta didática que contemple o uso da Filosofia e História da Ciência no ensino de Ciências da Natureza. O conteúdo selecionado foi o de “Funções Inorgânicas”, com foco nos “ácidos e bases”, direcionados ao 1<sup>a</sup> ano do Ensino Médio.

A construção dessa proposta foi baseada na análise de artigos que tratam do uso da Filosofia e História da Ciência no ensino de Ciências da Natureza. O desenvolvimento desta proposta consistiu primeiramente na elaboração de dois textos, um explorando a química ácido-base do solo (1<sup>a</sup> etapa), evidenciando o contexto do campo e o outro apresentando o panorama da química em solução aquosa e teorias ácido-base do século XX, que abordassem e evidenciassem o contexto histórico dos ácidos e bases (3<sup>a</sup> etapa). Com base nestes textos foi elaborada uma sequência didática com o objetivo de tratar tanto dos conteúdos químicos específicos, quanto das reflexões possibilitadas pela História e Filosofia da Ciência. Na 2<sup>a</sup> etapa sugerido o desenvolvimento de um experimento para o uso do extrato do repolho roxo para explorar a química ácido-base de materiais do cotidiano como, leite de magnésia, vinagre, limão, bicarbonato de sódio, cinza, entre outros. A 4<sup>a</sup> etapa centra-se na definição de Arrhenius para ácidos e bases em solução aquosa com o intuito de chamar a atenção do professor para as expressões “liberar” e “produzir” encontradas nos livros didáticos de química. Na 5<sup>a</sup> etapa é apresentada a construção de um aparelho para testar a condutividade elétrica de substâncias dissolvidas em água, com o objetivo de reproduzir a técnica utilizada por Arrhenius. Na 6<sup>a</sup> Etapa são trabalhados os conceitos de ácidos e bases de acordo com a

teoria de Brønsted-Lowry, enfatizando que os conceitos estão ligados a uma reação de transferência de prótons, que pode ocorrer em outras fases além da fase aquosa. E finalmente, na última etapa é sugerido a construção de um dispositivo para se trabalhar experimentalmente a definição de Brønsted-Lowry a partir da reação entre HCl gasoso e NH<sub>3</sub> gasoso.

Neste trabalho, buscamos evidenciar a concepção e a maneira pela qual a História da Ciência é veiculada e trabalhada nos livros didático utilizados no Ensino Médio. Foram analisados os capítulos que apresentam os conteúdos em torno das “Funções Inorgânicas” nos livros didáticos de química aprovados no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). A análise visou observar de que forma os livros didáticos abordam tais conteúdos. Os problemas relacionados com a transposição didática dos conceitos fora do contexto histórico-filosófico e depois mostrados como a nova visão na perspectiva histórico-filosófica trará contribuições, principalmente com relação à clareza e compreensão dos conceitos ácido-base.

## 5 USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

A partir das análises das referências bibliográficas, que tratam da contextualização Histórico-Filosófica no ensino de Ciências da Natureza, debate-se sobre aspectos, funções e características positivas direcionadas a esse tipo de contextualização, porém não deve ser deixado de lado cuidados a serem tomados na elaboração e uso desse tipo de proposta.

Apesar de se conseguir encontrar um bom número de trabalhos que tratam do uso da História da Ciência e da Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências, poucos possuem relatos de produção, aplicações e relatos de resultados de intervenção didática em sala de aula.

Numa análise mais criteriosa são encontrados alguns trabalhos, que apesar de não terem um detalhamento profundo, apresentam relatos de efetiva aplicação, como os exemplos que serão citados mais adiante.

### 5.1 DESAFIOS NO USO DA FILOSOFIA E DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Entre as perguntas que motivaram e nortearam os objetivos desse Trabalho de Conclusão de Curso, a pergunta: *quais são as características que uma sequência didática deve possuir para promover uma melhora nas habilidades de argumentação e compreensão sobre um determinado tema?*, foi uma das mais relevantes. Para tal pergunta buscou-se resposta em alguns trabalhos da literatura relacionados com o uso didático da História e Filosofia da Ciência.

A análise das referências bibliográficas que tratam da contextualização do ensino de Ciências da Natureza indica alguns aspectos e funções característicos:

- I. Atrativa e motivacional;
- II. No processo de aquisição e apropriação do conhecimento;
- III. No desenvolvimento de atitudes e valores;
- IV. Capacitação na busca da transformação social.

Além desses aspectos e funções mencionadas, o ensino contextualizado favorece a interdisciplinaridade, pode contribuir para uma análise da diversidade cultural e muitos fatos da história são do conhecimento dos alunos.

Porém, de acordo com Pinheiro, Bellas e Santos (2016, p. 3) a literatura na área apresenta algumas desvantagens para o uso da História e Filosofia no Ensino de Ciências:

- I. A visão distorcida do passado e da história;
- II. A decepção com o comportamento e posturas de alguns cientistas quando se conhece mais profundamente sobre sua história;
- III. A complexidade de alguns episódios históricos cuja simplificação para fins didáticos pode ser muito superficial;
- IV. O uso de preconceitos e uma visão “presentista” para julgar fatos e narrativas históricas; Confronto dos interesses e pontos de vista do historiador e do cientista;
- V. Maior tempo requerido para abordagens do conteúdo neste contexto e a questão da interpretação envolvendo aspectos subjetivos do historiador no processo de construção da história (PINHEIRO, BELLAS, SANTOS, 2016, P. 3).

Os autores, como Todesco, Rodrigues e Aires (2011) ao fazer o uso didático da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências, alertam, que antes de se construir a sequência didática, é necessário:

- I. Dar a noção de que a ciência é uma construção humana;
- II. Refletir sobre a não existência de verdades definitivas e irrevogáveis;
- III. Dar noção da provisoriedade da Ciência e de que não se desenvolve de maneira linear;
- IV. Desmistificar a visão estereotipada dos cientistas, de que são seres iluminados, malucos etc.
- V. Desmistificar a concepção “do” método científico.
- VI. Considerar a abordagem “contextualizada” da ciência, ou seja, relacionar o fato científico/lei/teoria com as questões éticas, sociais, políticas econômicas, filosóficas e históricas da época em que daquele fato/lei/teoria foi gerado.
- VII. Ao trabalhar com modelos, tornar claro que estes são representações do real e não o real (TODESCO, RODRIGUES, AIRES, 2011, p. 4).

A inferência feita a partir da análise dos trabalhos permite verificar que a proposta didática deve levar em consideração alguns obstáculos a serem superados na transposição didática da História e Filosofia da Ciência para o ensino de Ciências da Natureza. Através do trabalho de Forato, Martins e Pietrocola (2010, p. 7), a seguir são apresentados os principais obstáculos a serem superados:

- I. Concepção de ciência a ser apresentada: seleção dos aspectos da Natureza da Ciência;
- II. Seleção dos aspectos históricos a enfatizar em cada episódio;
- III. Nível de aprofundamento de alguns aspectos históricos;
- IV. Nível de detalhamento do contexto não científico;
- V. Nível de aprofundamento de alguns aspectos epistemológicos;
- VI. Se, quando, quanto e como utilizar trechos de fontes primárias para o professor e para o aluno;
- VII. Formulação discursiva adequada ao nível de escolaridade visado;

- VIII. Construção de atividades de ensino adequadas sob o ponto de vista pedagógico; (FORATO, MARTINS, PIETROCOLA, 2010, p. 7).

Outros obstáculos apresentados por Forato, Martins e Pietrocola (2010, p. 9), estes de acordo com os autores demandam enfrentamentos que requerem assumir riscos, fazer escolhas, adotar estratégias para contornar alguns obstáculos sobre os quais não se poderia atuar. Estes obstáculos são:

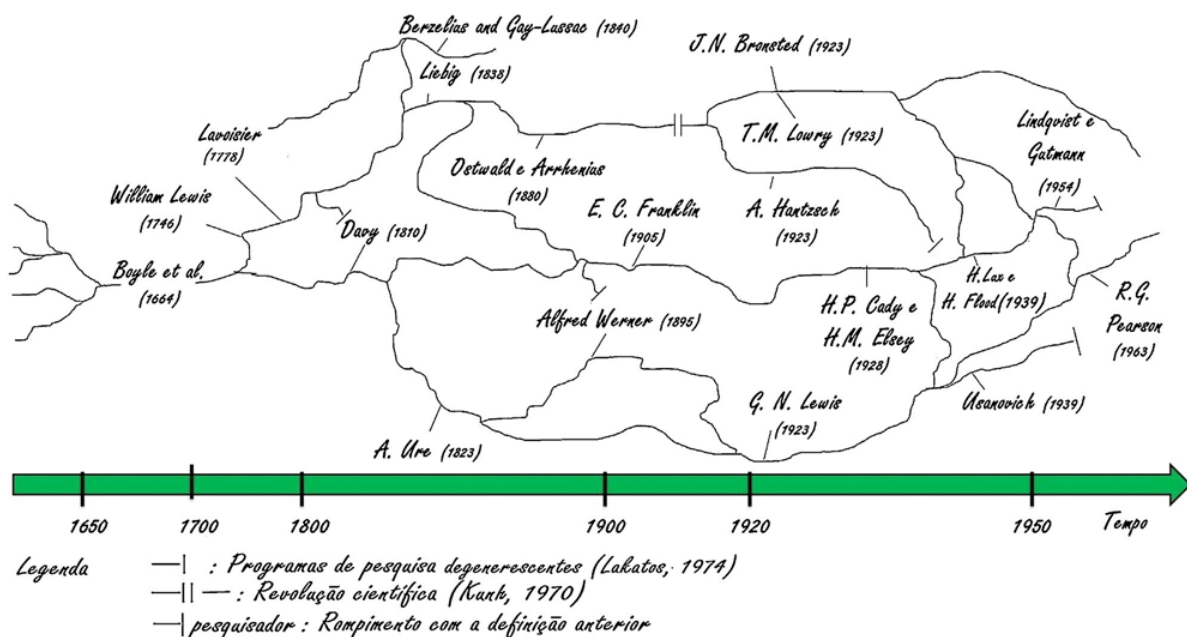
- I. Concepções ingênuas sobre história e epistemologia da ciência presente no contexto;
- II. Falta de preparação do professor;
- III. Inadequação de textos especializados de história da ciência ao ensino médio;
- IV. Falta de pré-requisitos dos alunos em relação ao conhecimento matemático, físico, histórico, epistemológico e filosófico;
- V. Possível concepção prévia dos estudantes e professores sobrevalorizando a capacidade da ciência atual em resolver todos os problemas;
- VI. Enfatizar aspectos científicos ou enfatizar fatores externos à ciência;
- VII. Quantidade da informação na forma de textos;
- VIII. Extensão x profundidade (FORATO, MARTINS, PIETROCOLA, 2010, p. 9).

Na seção seguinte são apresentados alguns modelos de propostas de ensino Ciências da Natureza que utilizam a História e Filosofia da Ciência como recurso didático.

## 5.2 MODELOS DE PROPOSTAS PEDAGÓGICAS QUE USAM A FILOSOFIA E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Objetivando contribuir para combater distorções na percepção da ciência, o trabalho de Souza e Aricó (2016) relata uma breve revisão bibliográfica sobre os conceitos de ácidos e bases, partindo-se da análise do avanço dessas definições na história, especialmente no século XIX e XX, utilizando como ferramenta didática a representação por meio de um mapa cronológico que inter-relaciona as linhas de pesquisa científica dos principais pesquisadores que desenvolveram definições para ácidos e bases nessa área. O mapa cronológico pretende ser uma ferramenta didática eficiente para ilustrar a evolução da ciência no desenvolvimento das definições ácido-base. Tem-se como finalidade sua utilização em sala de aula, pois permite ao aluno compreender as conexões das definições científicas e analisar o perfil da evolução dos trabalhos científicos.

Figura 1 - Mapa cronológico das teorias de ácido-base.



Fonte: F. M. Souza, E. M. Aricó, 2016.

Souza e Aricó (2016, p. 11) acreditam que o mapa cronológico é uma ferramenta didática eficiente para ilustrar a evolução da ciência no desenvolvimento das definições ácido-base. Ele tem como finalidade ser empregado no aprendizado em sala de aula, pois permite ao aluno compreender as conexões das definições científicas e analisar o perfil da evolução dos trabalhos científicos.

Trabalhos como o de Pinheiro, Bellas e Santos (2016), procuram encontrar materiais históricos que subsidiem o ensino de Química. Estruturando a proposta didática com a finalidade de apresentar ao professor um texto histórico que contenha não só informações contextuais, mas também conceituais acerca do conteúdo.

O desenvolvimento de proposta didática como a de Todesco, Rodrigues e Aires (2011), consistiu primeiramente na busca e estudo de um artigo clássico sobre a história da química que, no caso deste trabalho, correspondeu ao “Development of the Theory of Electrolytic Dissociation” (ARRHENIUS, 1903). Os autores argumentam que trabalhar com um resumo adaptado de um artigo clássico, conciso e de fácil entendimento, permite além da discussão sobre conceitos químicos presentes no texto, um debate relativo a questões como: a construção e ao desenvolvimento de uma teoria; o fato de a ciência ser uma construção humana; o desenvolvimento não linear da ciência, bem como a provisoriedade desta.



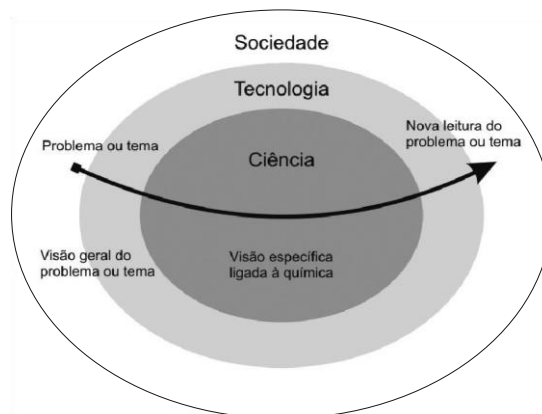
Afirmam ainda, que o emprego da leitura como estratégia de ensino contribui para a formação do sujeito-leitor.

No trabalho de Junior, Cunha e Laranjeiras (2012) é proposto a utilização de simulações computacionais de experimentos históricos no ensino de física como estratégia de resgate e articulação das dimensões histórica e empírica da física na sala de aula. O exemplo mostrado pelos autores apresenta uma classe de simulação computacional didática, utilizando o software “Modellus” para apresentar a experiência do plano inclinado proposta por Galileu Galilei (1564-1642) em sua obra “Discursos e Demonstrações Matemáticas em Torno de Duas Novas Ciências” (1638), onde a lei da queda dos corpos é investigada.

O trabalho de Silva e Marcondes (2015) discute a elaboração de materiais didáticos por professores de química na perspectiva CTS. Com base no exposto e utilizando a matriz Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como ponto de partida para o ensino contextualizado de Ciências da Natureza é proposto uma estrutura conceitual para a análise e a construção da sequência didática.

Na Figura 2 é apresentado um esquema baseado nos trabalhos de Silva e Marcondes (2015, p. 68), dessa estrutura conceitual.

Figura 2 - Instrumento elaborado para análise das unidades didáticas.



Fonte: SILVA e MARCONDES, 2015.

O instrumento conta com um detalhamento de análise das partes das unidades didáticas, apresentadas a seguir:

1. Situação-problema ou tema – identificado pelo título dado à unidade didática e atividade de abertura. Verificou-se a presença de um tema ou ocorrência de uma problematização;

2. Visão geral do problema ou tema – parte do instrumento que permite a análise das informações que explicitam o tema ou problema abordado, e as relações com aspectos das áreas CTS que a unidade possa trazer em sua estrutura;
3. Conhecimento específico da Química – procurou-se verificar se o conhecimento da química tratado na unidade do professor estabelece relação forte, média ou fraca com o tema ou problema;
4. Nova leitura do tema ou problema – analisou-se se a unidade didática retoma alguma discussão sobre o tema ou problema ou não, apresenta nova situação que amplia os entendimentos sobre o problema ou, ainda, apresenta nova situação provocativa com vistas a resolver o problema (SILVA e MARCONDES, 2015, p. 68).

Esta estrutura conceitual servirá como uma guia para a análise de livros didáticos, que será útil na construção da proposta didática, entendendo que o conhecimento específico da química deve ser ampliado a partir da abordagem histórico-filosófica. O problema ou tema a ser pesquisado deve estar vinculado a um determinado contexto.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se da análise dos trabalhos que falam das propostas de uso da História e Filosofia da Ciência no ensino contextualizado de Ciências da Natureza, dedica-se a construção da proposta didática, a partir da qual abre-se aspectos para debate de avanços, desafios e limitações na elaboração de proposta a partir dessa forma de contextualização.

### 6.1 ENSINO DOS CONCEITOS ÁCIDO E BASE: UMA PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA-FILOSÓFICA

A partir do resultado das pesquisas em artigos na área da História e Filosofia da Ciência citados anteriormente, desafia-se a partir dessa parte do trabalho a elaboração de uma proposta didática de ensino dos conceitos ácido e base, na perspectiva da contextualização Histórico-Filosófica, para discussão das perspectivas e desafios expostos anteriormente. Primeiramente é analisado e debatido como os livros didáticos de química mais usados na atualidade apresentam esse tema, e posteriormente são apresentadas as discussões sobre a elaboração da proposta didática.

#### 6.1.1 Revisão de livros didáticos: tratamento ao conteúdo na perspectiva Histórico-Filosófica e CTS

Esta parte do trabalho se dedicou a analisar os capítulos que apresentam os conteúdos em torno das “Funções Inorgânicas” nos livros didáticos de química aprovados no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), submetido aos professores, coordenadores pedagógicos e diretores das escolas públicas de todo país. O objetivo foi analisar de que forma os livros didáticos abordam tais conteúdos e de que forma a nova visão na perspectiva histórica e filosófica trará contribuições.

No livro didático “Ser protagonista: Química” (2016), são apresentadas as relações entre o conhecimento químico e situações cotidianas na abertura dos capítulos. A abertura do capítulo traz um texto com linguagem acessível ao estudante com questões para refletir sobre o tema a ser estudado. No caso “Das Funções da Química Inorgânica” (p. 198), é iniciado com um texto bem curto sobre a acidez do solo.

A obra possui seções especiais como “Ciência, tecnologia e sociedade” e “Química tem história”, onde em diversos pontos no capítulo são trazidos textos atuais e de circulação

social, enfatizando a relevância do conteúdo abordado e buscando certa discussão do assunto na busca de uma perspectiva mais crítica.

Cada caixa e seção da obra buscam se fundamentar na contextualização e interdisciplinaridade, compromisso social, visão crítica e incentivo a iniciativa. Porém estes estão fora de articulação com a sequência do conteúdo trabalhado. A obra apresenta a sequência dos conteúdos químicos de maneira convencional, embora assuma uma preocupação com uma forma diferenciada de abordá-los, revelando o descompasso na disposição dos conteúdos.

No livro didático “Química cidadã” (2016), o texto base que compreende um tema social acompanha o conteúdo de “Substâncias Inorgânicas” (p. 258), envolvendo a questão da produção de alimentos, o qual pode ser explorado para a leitura e para debates. Além disso, as sugestões de ações e atividades sociais disponibilizadas nas seções “Ação e Cidadania”, “Participação Cidadã” e “Atitude Sustentável”, complementam as práticas didático-pedagógicas.

O capítulo inclui as seções “Pare e Pense”, “Construção do Conhecimento” e “Atividade Experimental”, que oferecem situações para análise e discussão de informações, com foco no conhecimento químico apresentado. A seção “História da Ciência” contempla curiosidades e fatos sobre cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da Química.

Tais seções são colocadas em caixas, separados do corpo do texto principal no capítulo do livro. Apesar da fraca contextualização histórica, é muito bem ilustrado, com muitas tabelas, além disso a obra apresenta um grande potencial pedagógico na questão da formação para a cidadania.

Já o livro didático “Química: ensino médio” (2016), é o que mais foge do convencional, principalmente na organização do conteúdo, onde o assunto das funções inorgânicas é distribuído ao longo dos capítulos do segundo volume. Cada capítulo foi estruturado em “Questões Preliminares”, que antecedem o estudo e “Investigação” que propõem atividades de experimentos, estudos, elaboração de textos, construção de raciocínio lógico, acompanhado de questões que promovem o diálogo com o conteúdo.

O principal destaque da obra é possuir uma abordagem voltada para a dimensão ambiental, relacionada aos problemas contemporâneos. Considerando não somente situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas também os processos humanos subjacentes aos modos de produção e mundo do trabalho. Porém a abordagem na questão histórica é bem limitada.

A obra assume uma postura que rompe com ideias e estratégias tradicionais do ensino de Química. Os conteúdos fundamentais da Química são apresentados e desenvolvidos de forma não convencional, com foco na investigação, na interdisciplinaridade e na problematização, de modo que o conceito seja inserido gradualmente e de forma contextualizada.

A obra “Vivá: Química” (2016) também é organizada em diferentes seções. A seção “Para situá-lo”, introduz e contextualiza o estudo que será desenvolvido no capítulo com questões que valorizam o conhecimento prévio dos estudantes. Na seção “Viagem no tempo”, é explorada passagens da História da Ciência, curiosidades sobre cientistas e certos contextos em que os conceitos, modelos e teorias foram elaborados. Já a seção “Conexões”, tenta relacionar conceitos químicos a outros conhecimentos oriundos de diferentes componentes curriculares ou a situações cotidianas. E por fim na seção “Química – prática” e “reflexão”, são apresentados experimentos e questões no intuito de estimular a reflexão dos estudantes sobre a construção de conceitos científicos.

Como as outras obras citadas anteriormente, esta última foca na perspectiva ambiental e nos problemas contemporâneos, discutindo os processos humanos relacionados aos modos de produção e o mundo do trabalho. Não somente situações e conceitos envolvendo as transformações da matéria e a produção dos artefatos tecnológicos.

Ao longo da obra, apesar de suas limitações é perceptível a tentativa de conduzir conhecimento químico de maneira contextualizada, considerando as dimensões sociais, econômicas e culturais da vida humana, não se restringindo à menção de exemplos ilustrativos. Com belas imagens, também se utilizando de caixas, a obra tenta apresentar a Química como ciência de natureza humana marcada pelo caráter provisório, enfatizando as limitações de cada modelo explicativo, por meio da exposição de suas diferentes possibilidades de aplicação.

A obra “Química: Ciscato, Pereira, Chemello e Proti” (2016), possui seus capítulos organizados com textos e imagens iniciais de apresentação e introdução aos assuntos que abordam, seguidos de questões de reflexões para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes. O livro busca introduzir o conteúdo em torno das substâncias inorgânicas, discutindo a chuva ácida e o estudo das substâncias envolvidas em sua formação (p. 140). Os autores fazem breves contextualizações históricas no decorrer dos textos dos conteúdos. Tal livro possui belas imagens e várias tabelas, e assim como os demais o livro é visualmente atrativo. Porém mesmo tentando se relacionar com o cotidiano a obra segue os padrões tradicionais.

A introdução do conteúdo de Compostos Inorgânicos (p. 280) proposta pela autora da obra “Química: Martha Reis” (2016), leva em certo ponto a consideração da importância da contextualização, seja ela social, histórica, ou do próprio conhecimento químico. Compreende, também, atividades, envolvendo estratégias de ensino através da leitura de textos.

Na abertura da unidade a coleção traz uma contextualização do tema principal e, em seguida, para iniciar o capítulo, apresenta a seção “Foi notícia!”, que trata de um fato, veiculado pelos meios de comunicação, com o objetivo de auxiliar na problematização do tema do capítulo. No caso dos conteúdos de “Compostos Inorgânicos”, o texto trabalhado apresenta uma notícia acerca das condições de vida de mineiros que enfrentam gás tóxico para extrair enxofre de vulcão em Java na Indonésia.

Ao longo do capítulo, são apresentadas outras seções. “Curiosidade”, que traz temáticas gerais com dados históricos e informações complementares ao tema central. “Experimento”, onde há a proposição de atividades experimentais de baixo custo. “Cotidiano do químico”, que aborda fatos ou processos empregados no trabalho prático com a Química. “Saúde e sociedade”, que busca mostrar as relações da Química com a saúde. “De onde vem... para onde vai?”, onde são discutidos os processos de extração de matérias-primas e suas aplicações.

Apesar da tentativa de realizar a contextualização histórico-social, e problematizar as questões entorno dos conhecimentos da química, as seções apresentadas ficam em caixas separadas do texto do conteúdo químico do livro, cabendo ao professor a responsabilidade de se fazer a articulação entre os temas e conteúdos apresentados na obra.

A maioria dos livros analisados busca uma nova perspectiva para apresentar os conteúdos científicos. Com grande enfoque nas questões sociais e ambientais, priorizando uma visão mais crítica as obras ainda dão pouca importância à perspectiva histórica. Quando a invocam, pecam em isolá-la do conteúdo principal, trazendo-a em “seções” especiais e “boxes”. Apesar dos livros didáticos atuais ousarem na tentativa de fugir do tradicional, acaba ficando a missão para os professores fazerem uma articulação mais intrínseca entre o conteúdo científico e as novas formas de abordagem.

### **6.1.2 Proposta didática**

Como resultado das pesquisas mostradas anteriormente, apresenta-se neste momento uma proposta didática destinada ao ensino dos conceitos ácido e base na perspectiva da

contextualização histórico-filosófica. Além disso, realiza-se algumas inferências sobre as experiências no processo de construção da proposta didática, no sentido de observar, se o objetivo de ensino desses conceitos por essa perspectiva mostra-se satisfatória.

O método consiste nos momentos de contextualização social, adaptação de experimentos históricos, e a apresentação do conteúdo na perspectiva da contextualização histórico-filosófica. Tais momentos vão além de andamentos metodológicos estáticos, permitindo haver traços do momento seguinte no momento anterior e vice-versa.

Esta proposta de intervenção didática, foi elaborada com o intuito de contribuir no processo de discussão e elaboração de propostas didáticas com a perspectiva histórico-filosófica. Porém, está passível de adaptação, uma vez que o processo de ensinar deve ser alimentado, refletido e alterado constantemente com vistas na melhoria do processo de aprendizagem. A sequência está de acordo com a programação contida na tabela 1.

Tabela 1 - Sequência didática desenvolvida para o ensino de conceitos ácido e base.

<b>Sequência Didática</b>
<b>Área:</b> Química Geral e Inorgânica
<b>Conteúdo a ser abordado:</b> Ácidos e bases
<b>Nível de ensino:</b> Ensino Médio
<b>Número de aulas:</b> 7
<b>Justificativa:</b> Ácidos e bases são costumeiramente lembrados como substâncias químicas perigosas, corrosivas. A presença dos ácidos e bases na nossa vida cotidiana é bem mais ampla e menos agressiva do que se imagina. O que significa dizer que alguma coisa é ácida ou básica? Para responder a esta pergunta, precisa-se estudar algumas das teorias que descrevem ácidos e bases.
<b>Objetivos:</b> Levando em consideração que as "teorias" de ácido-base são, na realidade, definições de ácidos ou de bases, objetiva-se expor as diferenças entre os vários conceitos, não se referindo ao "certo", mas ao uso mais conveniente em uma determinada situação, enfatizando seus paralelismos e assim dar ferramentas para que o estudante tome a adequada

atitude diante de uma situação envolvendo ácidos e bases.		
AULAS	OBJETIVOS	TEMPO PREVISTO
1ª Etapa. Contexto Campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar situações do cotidiano da agricultura onde as palavras, ácido, base e sal são utilizadas.</li> <li>• Expor a acidez e alcalinidade (basicidade) dos solos como fatores importantes para o desenvolvimento das plantas.</li> <li>• Explicar que a acidez ou alcalinidade do solo dependem de sua composição.</li> <li>• Discutir processos de correção da acidez do solo.</li> <li>• Orientar que as plantas precisam de um tipo de solo, ácido ou alcalino, para se desenvolver melhor.</li> <li>• Curiosidade: flores como, dalias e hortênsias, mudam de cor de acordo com a acidez.</li> </ul>	50 min
2ª Etapa. Experimento 1: Uso do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstrar o comportamento dos indicadores ácido-base (com materiais do cotidiano), no meio onde se encontram, adquirindo uma coloração diferente dependendo se estão em presença de substância com característica ácida ou básica.</li> </ul>	50 min
3ª Etapa O Conhecimento da Química em Solução Aquosa na Segunda Metade do Século XIX e as Teorias Ácido-Base	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta etapa contempla a história da química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.</li> <li>• Apresentar as diferentes teorias ácido-base propostas ao longo da história da humanidade focando no século XX, mostrando como evoluem e como estão relacionadas entre si.</li> </ul>	50 min



do Século XX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar o ponto de vista histórico, para mostrar a evolução das teorias ao longo do tempo.</li> <li>• Mostrar como uma teoria deixa de ser ‘boa’, dando então espaço a outra, bem como as correlações com outras áreas da química.</li> </ul>	
4ª Etapa. Ácidos e bases de Arrhenius	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir da contextualização histórica realizada anteriormente apresentar os principais pontos Ácidos e bases de Arrhenius.</li> </ul>	50 min
5ª Etapa. Experimento 2: Dissociação Eletrolítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar a condutividade elétrica de substâncias dissolvidas em água (eletrólitos), como Arrhenius pesquisou.</li> <li>• Aplicando a teoria (prática).</li> </ul>	50 min
6ª Etapa. Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir da contextualização histórica realizada anteriormente apresentar os principais pontos da definição de ácidos e bases de acordo com a teoria ácido-base de Brønsted-Lowry.</li> </ul>	50 min
7ª Etapa. Experimento 3: Reação ácido-base em fase gasosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reação ácido-base em fase gasosa.</li> <li>• Demonstrar que a definição de ácido e base não é restrita ao conceito aquoso.</li> </ul>	50 min
Tempo total previsto		350 min

Fonte: MENDES, 2018.

Com esta sequência, busca-se mostrar a presença dos ácidos e bases no dia a dia, através de textos e experimentos. Através da perspectiva Histórica-Filosófica, busca-se demonstrar o processo de construção do conhecimento, e apesar do foco na teoria de Arrhenius e na teoria ácido-base de Brønsted-Lowry, demonstrar as diversas contribuições ao longo da História para o desenvolvimento de tais conceitos.

Este primeiro momento consiste na aproximação entre os conhecimentos cotidianos dos alunos e o teórico do professor, através do tema campo. Partindo deste contexto, busca-se a aproximação com a prática social dos alunos. Estando relacionada com a realidade, permite que os alunos revelem as suas concepções sobre o assunto. Por isso, considera-se que o aluno se encontra em um nível de compreensão rica em ideias do senso comum.

A problematização é também o questionamento do conteúdo escolar confrontado com a prática social, em razão dos problemas que precisam ser resolvidos no cotidiano das pessoas ou da sociedade (LIMA, 2016). Nesta proposta, a prática social consiste inicialmente na apresentação do texto em aula expositiva pelo professor, também podendo ser realizada leitura individual ou coletiva, adotando a estratégia que melhor se adapte as especificidades da turma.

Para uma melhor leitura e reflexão em torno do assunto (Texto 1) e das questões que o envolve, o professor deve assumir o papel de mediador e contextualizar o conhecimento dos alunos. Deve-se levar em consideração questões tais como:

- 1) A que se refere o texto?
- 2) Este texto aborda sobre algum tipo de ácido ou base? Qual (is)?
- 3) Há alguma problematização relacionada com ácidos ou bases?
- 4) É possível identificar alguma substância química no texto 1? Se sim, quais substâncias químicas? O que você sabe sobre elas?
- 5) O que você entende por ácido e base? Dê exemplos.

### **1ª Etapa. Contexto Campo**

A seguir é apresentado um texto adaptado que trata de alguns aspectos da química ácido-base do solo. O contexto campo é aqui escolhido, uma vez que a proposta didática sugerida pode ser utilizada pelas escolas do campo. No entanto, outros contextos podem ser utilizados para a introdução dos conceitos ácido-base, por exemplo, o contexto saúde e funcionamento do corpo humano.

Além de suscitar a importância do tema escolhido dentro do contexto campo, o texto pode ser explorado também a partir de uma perspectiva interdisciplinar entre a área de Ciências da Natureza e Ciências Agrárias.

### Texto 1<sup>29</sup>

Há várias situações do cotidiano onde as palavras, ácido, base e sal são utilizadas. Por exemplo, um agricultor convive com essas palavras diariamente, pois na produção de alimentos, o solo, após vários plantios e colheitas, precisa de uma reposição de nutrientes (substâncias químicas que as plantas necessitam para o desenvolvimento, como: nitrogênio, fósforo, potássio, ferro, cálcio, etc.).

Os agricultores sabem que a acidez e alcalinidade (basicidade) dos solos são fatores importantes para o desenvolvimento das plantas.

Os solos podem ser naturalmente ácidos em função da própria pobreza em bases do material de origem ou devido a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na). O uso de alguns fertilizantes também pode tornar o solo ácido, prejudicando o crescimento de alguns vegetais como a soja, o feijão e o trigo, e diminuir a ação de micro-organismos presentes no mesmo. Além disso os processos de decomposição de matéria orgânica podem resultar em formação de ácidos carboxílicos contribuindo para acidez do solo.

Em regiões áridas e com pouca chuva, também pode ocorrer de o solo se tornar alcalino, o que pode ser prejudicial ao crescimento dos vegetais. A chuva contribui para a acidez do solo. A água ( $H_2O$ ) se combina com dióxido de carbono ( $CO_2$ ) para formar um ácido fraco — ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ). O ácido fraco ioniza, liberando hidrogênio ( $H^+$ ) e bicarbonato ( $HCO_3^-$ ). Os íons de hidrogênio liberados substituem os íons de cálcio retidos pelos colóides do solo, fazendo com que o solo se torne ácido. Os íons do cálcio deslocado ( $Ca^{2+}$ ) se combinam com os íons do bicarbonato para formar o bicarbonato de cálcio que, sendo solúvel, é lixiviado do solo. O efeito líquido é a maior acidez do solo.

Dessa forma, a acidez ou alcalinidade do solo depende de sua composição. O solo se forma como resultado da fragmentação de rochas, através da ação exercida pelo clima como chuva e vento e pelos microrganismos. Dependendo desses fatores formam-se solos com características mais férteis e mais pobres em nutrientes. Por exemplo, solos arenosos retêm pouca água e secam facilmente, são os solos encontrados em algumas áreas do litoral do Paraná (Paranaguá, Antonina). Solos argilosos retêm muita água, como alguns dos solos do cerrado brasileiro. Há também os solos escuros que são ricos em nutrientes; um exemplo é o *tchernoziom* encontrado na Polônia. Solos orgânicos são de alta fertilidade, um exemplo é a

---

<sup>29</sup> Texto extraído e adaptado de: SEED-PR, Química / vários autores. **Química (Ensino médio)**. 2ª Edição. p. 248. Curitiba: SEED-PR, 2006.

terra roxa, solo encontrado em algumas regiões de São Paulo e norte do Paraná. De origem vulcânica, a terra roxa foi o solo que propiciou a expansão da cultura do café no Paraná.

O Brasil, por constituir um território onde predomina o clima tropical, com chuvas e temperaturas altas o ano inteiro, possui solos mais ácidos. Para corrigir a acidez do solo usa-se um processo denominado de calagem. O agricultor aplica o calcário em solo úmido. O calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) se incorpora ao solo e pela ação da água da chuva produz hidróxido de cálcio,  $\text{Ca(OH)}_2$ , que vai neutralizar a acidez do solo. Cada planta precisa de um tipo de solo, ácido ou alcalino, para se desenvolver melhor.

No jardim, também há a necessidade de se conhecer a acidez do solo, pois várias flores como, dalias e hortênsias, mudam de cor de acordo com acidez. As hortênsias são azuis em solo ácido, lilases em solo levemente ácido a neutro e rosas em solo alcalino.

Em seguida, sugere-se a aplicação e debate em torno de questões como as apresentadas abaixo. Sugestão de questões a serem aplicadas ou debatidas com os alunos:

- 1) O que você sabe sobre a influência da acidez ou basicidade do solo na agricultura?
- 2) Quais as fórmulas molecular e estrutural dos ácidos e/ou bases citados no texto anterior?
- 3) Quais são as fórmulas das bases formadas pelos elementos: K, Ca, Mg e Na?
- 4) O que é solo ácido? Solo alcalino existe?
- 5) O que caracteriza um solo ácido? E um solo básico?
- 6) É possível corrigir a acidez do solo? Como? Se sim, quais os produtos usados para esse fim?

## **2ª Etapa. Experimento 1: Uso do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base**

Como já citado anteriormente, para o desenvolvimento da proposta didática, são incluídos alguns experimentos. Sendo o primeiro, o teste de acidez e basicidade por indicadores naturais, que podem ser obtidos a partir de extratos vegetais (de flores, de legumes e de verduras) muito comum no contexto das escolas do campo, e que deve ser realizado demonstrativamente aos alunos. Sugerindo o uso de indicadores naturais, como o

extrato de repolho roxo na abordagem das contribuições de Boyle<sup>30</sup>. Porém, o professor, deve ter cuidado para não deixar o experimento ficar puramente na ludicidade.

O experimento tem como tema Ácidos e Bases, os quais estão presentes no dia a dia, que são comumente classificados de acordo com suas características como: odor, sabor, corrosividade, dentre outros, as quais nem sempre demonstram um resultado preciso. Tendo como maneira mais eficaz de identificar se a substância é ácida ou básica tem-se a utilização de indicadores de pH. Uma leitura de pH abaixo de 7 significa que a solução é ácida e uma leitura acima de 7 significa que a solução é básica (ATKINS, JONES, 2006, p. 87)

O experimento tem como objetivo realizar a identificação de ácidos e bases presentes no cotidiano, utilizando como indicadores corantes naturais que são encontrados no extrato do repolho roxo<sup>31</sup>, e no extrato da beterraba.

A seguir são apresentados os reagentes, materiais e procedimentos experimentais a serem utilizados para o desenvolvimento desse experimento:

### Reagentes

- 1) Solução aquosa de hidróxido de sódio (soda cáustica) (NaOH);
- 2) Solução aquosa de ácido clorídrico (HCl);
- 3) Extrato de repolho roxo (corante natural (antocianina));
- 4) Extrato de beterraba (corante natural (antocianina));
- 5) Cinza;
- 6) Antiácido (bicarbonato de sódio  $\text{NaHCO}_3$ );

---

<sup>30</sup> Robert Boyle, em 1664, publica, na Inglaterra, o livro "Experimental History of Colours", onde relata seu trabalho com as substâncias coloridas, cujas cores se alteram com a presença de ácidos ou álcalis. Boyle realiza uma série de experimentos para testar diferentes extratos de plantas, como por exemplo, o pau-brasil, que era usado no tingimento de tecido, cuja mudança de cor com o tempo ou na presença de certas substâncias, já havia sido notada. Boyle vê a utilidade do extrato de pau-brasil como indicador, a cor deste extrato variava do vermelho forte em meio alcalino até quase ao amarelo em meio ácido. (..)A partir dos trabalhos de Boyle, publicações sobre o uso de extratos de plantas como indicadores tornaram-se frequentes. Os extratos mais utilizados, nesta época, eram os de violeta e de um líquen, *Heliotropium tricoccum*, chamado em inglês de "litmus" e em francês "tournesol". Durante o século XVIII, notou-se que nem todos os indicadores apresentavam as mesmas mudanças de cor (SILVA, SANTIAGO, 2012, P. 56-57).

<sup>31</sup> As substâncias presentes no extrato de repolho roxo que o fazem mudar de cor em ácidos e bases são as antocianinas. Esse indicador está presente na seiva de muitos vegetais, tais como uvas, jabuticabas, amoras, beterrabas, bem como em folhas vermelhas e flores de pétalas coloridas, como as flores de azaleia e quaresmeira. As antocianinas são responsáveis pela coloração rosa, laranja, vermelha, violeta e azul da maioria das flores. Um fator interessante é que a cor das pétalas de muitas flores pode variar de acordo com a acidez do solo. Um exemplo é a hortênsia, que, em solo ácido, produz flores azuis (quanto mais ácido, mais azul-escuro ficará), já em solos básicos, suas flores são cor-de-rosa. Você poderá se inteirar mais sobre isso lendo o texto Acidez do solo (FOGAÇA, 2018).

- 7) Detergente (lauril sulfato de sódio  $\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3^-(\text{Na})^+$ );
- 8) Leite de magnésia (hidróxido de magnésio  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ );
- 9) Vinagre (ácido acético  $\text{CH}_3\text{COOH}$ );
- 10) Limão (ácido cítrico  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ );
- 11) Sal amoníaco (cloreto de amônio  $\text{NH}_4\text{Cl}$ );
- 12) Água ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

### **Materiais**

- 1) Liquidificador;
- 2) Faca;
- 3) Peneira;
- 4) Béqueres;
- 5) Espátula;
- 6) Funil;
- 7) Bastão.

### **Procedimentos experimentais**

- 1) Bata as folhas de repolho roxo com 1 litro de água no liquidificador;
- 2) Coe esse suco, pois o filtrado será o indicador ácido-base natural (se não usar o extrato de repolho roxo na hora, deve-se guarda-lo na geladeira, pois ele decompõe-se muito rápido);
- 3) Identifique cada um dos béqueres, com o nome de sua respectiva substância;
- 4) Coloque o extrato de repolho roxo nos 11 béqueres;
- 5) Acrescente as substâncias nos béqueres 2 a 11;
- 6) Observe e debata sobre as cores das soluções.

Na Figura 3 é apresentada uma das etapas do procedimento para a obtenção do extrato do repolho roxo, indicando a trituração e filtragem desse extrato utilizando materiais de fácil obtenção.

Figura 3 - Folhas de repolho roxo no liquidificador e processo de peneiramento do extrato.

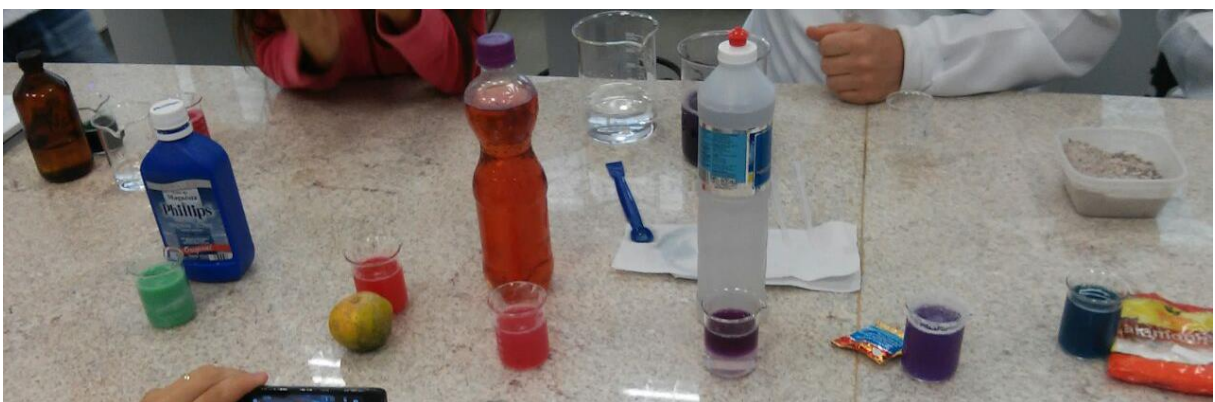


Fonte: MENDES, 2018.

Na Figura 4 é apresentado o comportamento do referido extrato como indicador ácido-base com destaque para a alteração da cor do corante antocianina presente no extrato de repolho roxo. Observa-se por exemplo: - que o extrato na presença de leite de magnésia, que é composto majoritariamente de hidróxido de magnésio,  $MgOH_2$ , que é uma substância básica, tem a sua cor inicialmente roxa alterada para verde; - já na presença de suco de limão (que apresenta ácido cítrico em sua composição) tem a sua cor alterada para o vermelho.

A conclusão esperada neste experimento é que o corante presente no extrato vegetal apresenta cores diferentes quando em contato com meios ácidos ou básicos. Esta alteração de cor é em função de alterações na estrutura molecular do corante.

Figura 4 - Uso do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base para a identificação desse caráter em diferentes materiais do cotidiano.



Fonte: MENDES, 2018.

Na etapa a seguir desta proposta, além da apresentação das teorias, orienta-se a abordagem das primeiras noções sobre ácido e base, até chegar, sucintamente, à ideia sobre o que pode ser considerado como teoria, de modo a permitir que o aluno também possa perceber o processo de construção da ciência, onde que uma teoria pode ser substituída por outra, a partir do momento em que não consegue explicar novos fenômenos, conforme defendido por Kuhn.

Aqui busca-se permitir que o aluno compreenda o processo de construção da ciência, através da história dos conceitos ácido e base. Mostrando que a história avança, e cada geração contribui com a evolução humana. A medida que o homem transforma a natureza, faz surgir novas situações, novos fenômenos, fazendo-se que se busque novas teorias capazes de explicar tais situações e fenômenos.

No desenvolvimento desta proposta persistiu primeiramente na busca e estudo de um artigo clássico sobre a história da química, mas por limitações de acesso a esses conteúdos e falta de disponibilidade na língua vernácula utilizou-se o trecho adaptado de um artigo para ser usado como base pelo professor.

Alguns cuidados básicos têm que serem tomados na hora de se trabalhar esse tipo de leitura com os alunos. O professor deve procurar usar a estratégia que melhor se adapte à sua turma. Um texto muito grande ou de linguagem muito complicada pode acabar com a motivação dos alunos, nesse caso uma aula expositiva e visualmente atrativa, preparada pelo professor pode acabar sendo uma alternativa melhor.

Em alguns exemplos de práticas encontradas na literatura antes de dar início à sequência das aulas é aplicado um questionário contendo questões relativas aos conteúdos específicos que seriam tratados no artigo, como também questões relacionadas à História e Filosofia da Ciência, tratando das visões de ciência e cientista, com o objetivo de levantar quais as concepções que os alunos possuem a respeito destes assuntos. Ao final da sequência das aulas, também é aplicado outro questionário, com o intuito de verificar se aquelas concepções iniciais haviam se modificado.

A seguir é apresentado um texto adaptado (Texto 2) a partir de dois trabalhos relacionados ao tema em questão: um que mostra um breve panorama do conhecimento da química em solução aquosa a partir da segunda metade do século XIX e outro que discorre sobre as teorias ácido-base do século XX para subsidiar a apresentação, discussão e contextualização das definições de ácido e base pelo professor no transcorrer da proposta didática.



### 3ª Etapa. Texto 2

## O CONHECIMENTO DA QUÍMICA EM SOLUÇÃO AQUOSA NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XIX<sup>32</sup> E AS TEORIAS ÁCIDO-BASE DO SÉCULO XX<sup>33</sup>

Na segunda metade do século XIX, muitos conceitos físico-químicos estavam sendo estabelecidos. Na década de 1860, Cato M. Guldberg (1836-1902) e Peter Waage (1833-1900) formularam a lei da ação das massas. Em 1877, Wilhelm Pfeffer (1845-1920) produziu a primeira membrana semipermeável, com a qual descobriu a proporcionalidade entre pressão osmótica e concentração da solução. François-Marie Raoult (1830-1901) publicou em 1883 seus estudos sobre abaixamento do ponto de congelamento e elevação do ponto de ebulição. Esse trabalho serviu de base para os trabalhos de Jacobus H. Van't Hoff (1852-1911) na sua lei de solução diluída, em 1886. Entretanto, as soluções de sais inorgânicos não obedeciam a essa lei e Van't Hoff introduziu o fator de correção  $i$  (chamado coeficiente de Van't Hoff, que indica o número médio de partículas formadas por molécula. Ele é associado ao grau de dissociação da mesma). Até aquele momento não havia nenhuma explicação para este fato. Nessa mesma época, uma outra frente de estudos a respeito da pilha voltaica e descobertas relacionadas se estabeleceu. O conceito de íon foi introduzido por Michael Faraday (1791-1867), em 1833, a partir de seus estudos de eletrólise. Em 1853, Johann W. Hittorf (1824-1914) descobriu que os íons se moviam sob a ação de uma corrente, e que isso variava de espécie para espécie. Em 1876, Friederich W. G. Kohlrausch (1840-1910) desenvolveu um novo método para determinar a condutividade, e com isso estabeleceu a lei da migração independente dos íons.

Svante Arrhenius (1859-1927) percebeu em sua teoria de dissociação eletrolítica (1887) que a lei da ação das massas podia ser aplicada às reações iônicas. Supôs que algumas das moléculas de um eletrólito eram dissociadas em seus íons que, por serem partículas carregadas, eram passíveis de movimento independente sob ação de um campo elétrico.

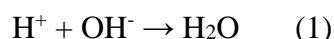
---

<sup>32</sup> Fonte: Texto extraído e adaptado de: GAMA, Michelle da Silva; AFONSO, Júlio Carlos. **De Svante Arrhenius ao Peagâmetro Digital: 100 Anos de Medida de Acidez**. Quim. Nova, Vol. 30, No. 1, p. 232-239. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-40422007000100038&lng=p&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-40422007000100038&lng=p&tlng=pt)>. Acesso em: 06 julho 2018.

<sup>33</sup> Fonte: Texto extraído e adaptado de: PINHEIRO, Bárbara Carine Soares; BELLAS, Renata Rosa Dotto; SANTOS, Lílian Moreira dos. **Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas**. Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ) Departamento de Química da Universidade Federal de Ouro Preto (DEQUI/UFOP). Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0925-1.pdf>>. Acesso em: 01 junho 2018.

Assim, calculou a pressão osmótica pela lei de Van't Hoff, elucidando o fator  $i$ . Além disso, também determinou a constante de dissociação dos ácidos e das bases, relacionando a magnitude dessa dissociação com a força do ácido ou da base.

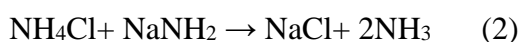
Em 1887, é apresentada pelo Sueco Svante Arrhenius, como parte de sua teoria eletrolítica, uma teoria ácido-base. Para Arrhenius, ácido é a substância que em meio aquoso produz íons  $H^+$  e base é aquela que em meio aquoso produz  $OH^-$ . A neutralização (equação 1) seria a reação entre essas duas espécies formando água (CHAGAS, 1999)<sup>34</sup>;



Esta teoria deu conta de um grande número de fenômenos e permitiu o desenvolvimento de várias linhas de pesquisa; tais como: a obtenção da lei de diluição de Ostwald, a equação de Nernst que relaciona a força eletromotriz com os íons  $H^+$  e  $OH^-$ ; o efeito tampão, o conceito de pH proposto por Søren Sørensen para trabalhar com soluções aquosas.

A teoria de Arrhenius é bastante útil, porém limitada devido à impossibilidade de aplica-la em sistemas sólidos e por não incluir reações semelhantes que ocorriam em solventes não aquosos.

Em 1905, o desenvolvimento da teoria de Arrhenius começou a ser expandido com a produção de amônia por um pesquisador chamado E.C Franklin, que considerava que a amônia sofria auto ionização formando  $NH_4^+$  e  $NH_2^-$ . Para ele, estas espécies apresentariam, respectivamente, natureza ácida e básica, cuja reação entre as mesmas seria análoga à reação entre  $H^+$  e  $OH^-$ . Uma reação de neutralização entre as espécies  $NH_4^+$  e  $NH_2^-$ , conforme esta teoria, formaria a amônia, como exemplificado pela seguinte reação ácido-base (CHAGAS, 1999):



A partir do trabalho de Franklin com amônia, surgiu a teoria dos sistemas de solvente que considera que todo solvente sofre uma autoionização gerando um cátion e um ânion. De acordo com esta teoria ácido é toda espécie que aumenta a concentração do cátion do solvente

---

<sup>34</sup> CHAGAS, A. P. **A História e a Química do Fogo**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2006.

e base é a espécie que aumenta a concentração do ânion. A neutralização é a formação do solvente a partir dos cátions e ânions característicos.

Em 1923, de maneira independente, Bronsted em Copenhague e J.M. Lowry em Cambridge, propuseram que ácido é uma espécie doadora de prótons ( $H^+$ ) e base uma espécie receptora de prótons. É importante ressaltar que nessa teoria os solventes (água, por exemplo) são considerados reagentes e podem atuar como ácidos e bases. Substâncias que podem atuar em alguns casos como base e em outros como ácido, são consideradas anfipróticas.

Ainda no ano de 1923, foi proposta por Lewis, em consequência da sua teoria do par eletrônico, uma nova teoria ácido-base. Para ele, ácido é toda espécie química capaz de receber o par eletrônico e base a espécie química que doa o par de elétrons. Todas as reações citadas acima podem ser vistas como reações ácido-base de Lewis, no entanto seu conceito ainda abrange outras espécies químicas que não podem ser classificadas como ácidos e bases nas teorias anteriores. A reação a seguir explicita a teoria apresentada:  $BF_3 + :NH_3 \rightarrow H_3N:BF_3$ , onde  $NH_3$  é uma base de Lewis, uma vez que doa o par eletrônico e o  $BF_3$  é um ácido de Lewis, uma vez que aceita o par eletrônico.

O uso de EDTA<sup>35</sup> e outros agentes quelantes puderam ser interpretados em termos de reações ácido-base a partir dessa teoria, a qual também foi aplicada para o estudo das reações orgânicas e na química de coordenação, quando surgiram os termos doador e aceitador de pares de elétrons e, conseqüentemente, os termos eletrófilo e nucleófilo. Segundo Chagas (2006), a generalidade excessiva dessa teoria não fez dela popular, ficando restrita aos campos das reações orgânicas e química de coordenação.

Mais adiante, em 1938, Lewis retomou o tema de ácido-base especificando os critérios macroscópicos para esse comportamento, como:

1. A reação entre um ácido e uma base (neutralização) é rápida.
2. Um ácido (ou uma base) pode deslocar de seus compostos um ácido (ou uma base) mais fraco(a).
3. Ácidos e bases podem ser titulados um com o outro por meio de indicadores.
4. Ácidos e bases são capazes de atuar como catalisadores de reações químicas.

Em 1939, foi proposta por Lux uma nova classificação para ácidos e bases. Para esse autor, ácidos são substâncias que recebem  $O_2^-$  e base é a espécie que doa  $O_2^-$ . Essa teoria mostrou-se bastante útil para tratar de reações envolvendo líquidos iônicos (sais e óxidos

---

<sup>35</sup> EDTA, ou ácido etilenodiamino tetra-acético é um composto orgânico que age como agente quelante, formando complexos muito estáveis com diversos íons metálicos. Atua como ligante hexadentado, ou seja, pode complexar o íon metálico através de seis posições de coordenação. (SINEX, 2004)

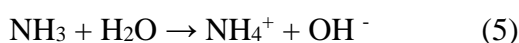
fundidos) que ocorrem na metalurgia, na fabricação de vidro e cerâmica, nos sistemas geoquímicos.

Neste mesmo ano, Usanovich apresentou uma teoria que pretendia generalizar todas as teorias apresentadas acima. Para isso, definiu ácido como uma espécie que reage com a base para formar sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons, e base como a espécie que reage com ácido para formar sais, doando ânions ou elétrons ou combinando-se com cátions. Essa teoria quase não gerou nenhuma linha de pesquisa.

Outra teoria que quase não gerou linha de pesquisa foi a teoria Ionotrópica. Essa teoria foi proposta por Lindqvist e Gutmann em 1954. Trata-se de uma teoria que generaliza a teoria protônica, a dos sistemas solventes e a de Lux. As reações ácido base são formuladas da seguinte forma (CHAGAS, 1999):



Como exemplos de cátions característicos podem ser citados:  $\text{H}^+$  (Bronsted),  $\text{NH}_4^+$  (em solução de  $\text{NH}_3$ ). Como ânions característicos:  $\text{OH}^-$  (em água),  $\text{O}_2^-$  (Lux). Para exemplificar tomemos a reação de amônia com água:



Percebamos que a amônia é uma base na teoria ionotrópica, pois sua formação acontece a partir da reação do  $\text{NH}_4^+$  com o  $\text{OH}^-$ , ânion característico. Do mesmo modo, o  $\text{NH}_4^+$  pode ser considerado um ácido, pois é formado a partir da Amônia ( $\text{NH}_3$ ), um cátion característico (neste caso o  $\text{H}^+$  da água).

Nesta etapa, o professor irá expor os conteúdos científicos sobre ácido e base. Nessa proposta, sugere-se que o professor apresente esses conhecimentos seguindo a cronologia histórica deles.

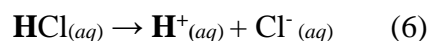
#### **4ª Etapa. Ácidos e bases de Arrhenius<sup>36</sup>**

<sup>36</sup> Fonte: Texto extraído e adaptado de: KHANACADEMY. pt.khanacademy.org. **Ácidos e bases de Arrhenius**. Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/acids-and-bases-topic/modal/a/bronsted-lowry->

A teoria foi proposta, em 1884, por August Svante Arrhenius, químico sueco. O problema que intrigava o químico Arrhenius era: a má condução de corrente elétrica da água destilada. O sal de cozinha (cloreto de sódio), quando sólido, também não conduz eletricidade. Então, por que quando se dissolve cloreto de sódio em água, a solução conduz a eletricidade?

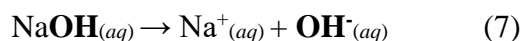
Após pesquisar, Arrhenius observou que ácidos e bases, dissolvidos em água (soluções aquosas), ionizavam-se (ácidos) e dissociavam-se (bases), produzindo soluções que conduzem a corrente elétrica devido à formação de cátions hidrogênio  $\text{H}^+$  no caso do ácido e ânions hidroxila  $\text{OH}^-$ , no caso das bases.

Por exemplo, consideremos a dissociação do ácido clorídrico,  $\text{HCl}$ , em água (equação 6):



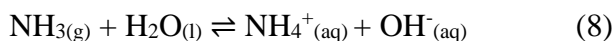
Uma vez que isto resulta em um aumento da concentração dos íons  $\text{H}^+$  em solução, o ácido clorídrico é um ácido de Arrhenius.

Já uma base de Arrhenius é definida como qualquer espécie que aumenta a concentração de íons hidroxila,  $\text{OH}^-$ , em solução aquosa. Um exemplo de uma base de Arrhenius é o altamente solúvel hidróxido de sódio,  $\text{NaOH}$ . O hidróxido de sódio dissocia-se completamente em água formando os íons  $\text{OH}^-$  e  $\text{Na}^+$ , o que resulta em um aumento da concentração de íons hidroxila. Logo,  $\text{NaOH}$  é uma base de Arrhenius, conforme representado na seguinte equação química:



Dependendo do livro, bases que não contêm hidroxila podem ou não ser classificadas como bases de Arrhenius. Alguns livros definem uma base de Arrhenius de modo mais restritivo: uma substância que aumenta a concentração de  $\text{OH}^-$  em solução aquosa e contém pelo menos uma unidade de  $\text{OH}^-$  na fórmula química.

No entanto, as coisas podem ficar um tanto confusas ao tratarmos de compostos como a amônia (NH<sub>3</sub>) adicionada à água. Quando a amônia é adicionada à água, ocorre a seguinte reação:



Com base na primeira definição, a amônia seria uma base de Arrhenius uma vez que ocorre a produção de íons OH<sup>-</sup> na solução aquosa. Pela segunda definição, no entanto, ela não pode ser definida como uma base de Arrhenius, já que sua fórmula química não inclui hidroxila.

A teoria de Arrhenius era tão revolucionária para o pensamento da época, que seus professores lhe concederam o título de doutor com a qualificação mais baixa possível, sem reprová-lo. Muitos rejeitaram as suas ideias, considerando-as erradas uma vez que ela contradizia o modelo atômico de Dalton (partículas neutras e indivisíveis). Por esta razão, foi aprovado com nota mínima com várias críticas. Quando Arrhenius publicou sua teoria, ainda não eram conhecidos os prótons, elétrons e nêutrons e não se distinguia substância molecular de substância iônica. Ele concluiu que os eletrólitos em solução dissociavam-se em partículas carregadas eletricamente e que a soma das cargas positivas e negativas era igual, sendo a solução, portanto, eletricamente neutra.

Porém, com sua persistência e como sua teoria “sobre a dissociação das substâncias nas soluções aquosas” conseguia explicar muitos fenômenos conhecidos da época e lentamente ganhou aceitação na comunidade científica. E, em 1903, Arrhenius ganhou o Prêmio Nobel de Química pela Teoria da Dissociação Iônica.

### **5ª Etapa. Experimento 2: Dissociação Eletrolítica**

Com esse experimento consegue-se mostrar ao aluno que devido à produção dos íons H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> em solução aquosa temos a formação de soluções eletrolíticas (soluções iônicas), que são aquelas que conduzem corrente elétrica. Tal experimento é explorado na definição dos conceitos ácido-base de Arrhenius visto que esta teoria foi desenvolvida com base na teoria de dissociação eletrolítica. O experimento sobre Dissociação Eletrolítica, reproduz a técnica utilizada por Arrhenius em sua tese, quase reprovada, intitulada “*Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes*” (ARRHENIUS, 1903), que trata exatamente da teoria iônica.

Para isso precisa ser construído o aparelho de condutividade elétrica de substâncias dissolvidas em água, como o apresentado na figura 5. Na figura 6 é mostrada a utilização deste dispositivo.

Figura 5 - Aparelho para testar a condutividade elétrica de substâncias dissolvidas em água.



Fonte: MENDES, 2018.

### **Materiais e reagentes**

- 1) 1 lâmpada de LED de 7W;
- 2) 1 bocal de cerâmica;
- 3) Fio de cobre;
- 4) 1 tomada;
- 5) 0,9mL de HC para 10 mL de água;
- 6) 0,6mL ácido acético para 10 mL de água;
- 7) 0,7mL de  $\text{NH}_4\text{OH}$  para 10 mL de água;
- 8) 0,4g de NaOH para 10 mL de água;
- 9) água destilada;
- 10) sal de cozinha (cloreto de sódio, NaCl).

### **Procedimentos experimentais**

As soluções também podem ser preparadas com reagentes mais fáceis de serem encontrados no dia a dia, por exemplo: água de torneira; água e açúcar; suco de limão; pasta de dente dissolvida em água.

Colocar 10 mL de cada solução em béquer separadamente e etiquetar para identificação.

Colocar em um béquer seco um pouco de cloreto de sódio. Coloque em outro béquer água (se possível destilada) para usar na limpeza dos pólos (pontas dos fios desencapadas) do aparelho.

Colocar os pólos do aparelho no béquer com cloreto de sódio. Oriente os alunos para que observem a intensidade luminosa. Peça para os alunos anotarem. Limpe os pólos do aparelho de condutividade e teste a água destilada. Observem. Anotem. Limpe os pólos do aparelho de condutividade e teste as demais soluções. Anotem.

Figura 6 - Utilização do dispositivo adaptado para observar a condutividade de substâncias dissolvidas em água (eletrólitos).



Fonte: MENDES, 2018.

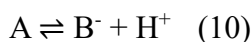
Depois de testar várias soluções, deve-se incentivar os alunos a elaborarem hipóteses e problematizações para cada uma delas. Estas hipóteses e problematizações devem ser comparadas à teoria ácido-base de Arrhenius, pelo professor, explicando como o cientista chegou a essa teoria, chamando a atenção para o fato de que esta não foi uma descoberta por acaso e sim vários anos de estudos, pesquisa e dedicação. A problematização de um experimento é importante na formação do pensamento do aluno sobre as atividades investigativas. Nessa atividade podem ser levantadas questões tais como:



- 1) O que é necessário para que a lâmpada acenda?
- 2) Qual a diferença entre as substâncias que conduzem eletricidade e as que não conduzem?
- 3) Qual a conclusão dos alunos sobre a condutividade elétrica em soluções aquosas?
- 4) O cloreto de sódio (NaCl) pode ser definido como ácido ou base de acordo com a teoria de Arrhenius?
- 5) Qual o produto da neutralização entre soluções aquosas de mesma molaridade de HCl e de NaOH?
- 6) É possível diferenciar um ácido de uma base por meio de medidas realizadas com o dispositivo para testar a condutividade elétrica?
- 7) É possível perceber, em função da intensidade luminosa, a força do ácido acético em comparação com o ácido clorídrico?

### **6ª Etapa. Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry<sup>37</sup>**

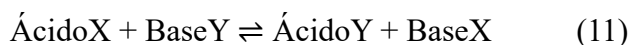
As ideias propostas em 1923 por Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947) (na Dinamarca) e Thomas Martin Lowry (1874-1936) (na Inglaterra) possibilitaram outro ponto de vista sobre ácidos e bases. Esses pesquisadores propuseram uma definição baseada no papel dos íons hidrogênio em sistemas ácido e básico. De acordo com Brønsted, o composto A é um ácido, se for parcial ou completamente separado em solução de acordo com a equação:



Na equação 10, os conceitos de um ácido (A) e de uma base (B) são estabelecidos. Dessa forma, ácidos e bases foram definidos por Brønsted, em termos da transferência de íons hidrogênio. O equilíbrio formulado descrito pela equação 10, entre os íons hidrogênio, o ácido e a base, pode ser chamado de um equilíbrio ácido-base simples. Ao misturar dois sistemas simples, um sistema de ácido e um de base, a resultante é um equilíbrio ácido e base, que pode ser formulado da seguinte forma:

---

<sup>37</sup> Fonte: Texto extraído e adaptado de: KHANACADEMY. pt.khanacademy.org. **Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry.** Disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/acids-and-bases-topic/modal/a/arrhenius-acids-and-bases>>. Acesso em: 29 de maio de 2018. All Khan Academy conteúdo está disponível gratuitamente em [www.khanacademy.org](http://www.khanacademy.org).



Assim, Brønsted introduziu a ideia de um par ácido-base conjugado, conforme representado pela equação 11, como uma ligação recíproca de propriedades ácidas e básicas. O equilíbrio, descrito pela equação 11, envolve uma série de reações importantes, tais como: Neutralização, hidrólise, reações com indicadores e outras.

A teoria de Brønsted-Lowry descreve as interações ácido-base em termos de uma reação de transferência de prótons entre as espécies químicas envolvidas. Usando a definição de Brønsted-Lowry, uma reação ácido-base é qualquer reação em que um próton é transferido de um ácido para uma base. Nós podemos usar a definição de Brønsted-Lowry para discutir reações ácido-base em qualquer solvente, assim como as reações que ocorrem em fase gasosa.

Por exemplo, considere a reação da amônia gasosa,  $\text{NH}_3(\text{g})$ , com cloreto de hidrogênio gasoso,  $\text{HCl}(\text{g})$ , para formar cloreto de amônio,  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ :



Nesta reação,  $\text{HCl}$  tem o seu próton removido pelo gás amônia,  $\text{NH}_3$ . Portanto, o  $\text{HCl}$  está agindo como um ácido de Brønsted-Lowry. Já que  $\text{NH}_3$  tem um par isolado de elétrons para usar como aceptor de próton, atuando assim como uma base de Brønsted-Lowry.

Pode ser observado que de acordo com a teoria de Arrhenius a reação acima não seria uma reação ácido-base porquê nenhuma das espécies está formando  $\text{H}^+$  ou  $\text{OH}^-$  em água. Entretanto, a química envolvida é a transferência de um próton transferido de  $\text{HCl}$  para  $\text{NH}_3$  formando  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , é muito parecida com a que ocorreria na fase aquosa.

### **7ª Etapa. Experimento 3: Reação ácido-base em fase gasosa**

A teoria de Arrhenius é limitada no sentido de que só trata a química ácido-base em soluções aquosas. Porém, reações semelhantes também podem ocorrer em solventes não aquosos, assim como entre moléculas no estado gasoso. Como resultado, os químicos modernos preferem em geral a teoria de Brønsted-Lowry, que é útil para uma gama de reações químicas maior.

No entanto, ao se trabalhar experimentalmente os conceitos de ácido e base no ensino médio e até mesmo no ensino superior, há uma preferência em se trabalhar experimentos em solução aquosa com destaque para a teoria de Arrhenius.

A partir dessas constatações, o experimento 3 apresenta o procedimento para a construção de um dispositivo simples a ser utilizado em uma reação ácido-base em fase gasosa, com foco na teoria de Brønsted-Lowry.

O objetivo principal desse experimento é mostrar ao aluno que uma reação ácido-base não precisa estar atrelada ao conceito aquoso, como acontece com a definição de Arrhenius.

### **Materiais e Reagentes**

- a) Um tubo de vidro ou plástico transparente e reto com aproximadamente 50 cm;
- b) Duas hastes com algodão na ponta (cotonetes®);
- c) Plástico filme de cozinha, ou outro material para tampar os dois lados do tubo;
- d) 5 mL de ácido clorídrico, HCl (concentrado);
- e) 5 mL de hidróxido de amônio,  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

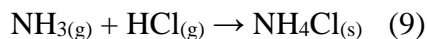
### **Procedimentos Experimentais**

Vede as extremidades do tubo com o plástico e faça um pequeno furo no centro para traspasar a haste de algodão. Coloque o tubo em uma posição horizontal. Utilize o lado da haste que contém o algodão e introduza esse lado dentro do HCl (concentrado), e em seguida faça a mesma coisa com a outra haste usando o hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Introduza o lado da haste que contém o algodão que foi umedecido com o reagente no passo anterior e introduza-o com o lado do algodão virado para dentro do tubo. Certifique-se de colocar as duas hastes de algodão dentro do tubo ao mesmo tempo Atenção!: faça essa parte em um local arejado ou dentro de uma capela. Não faça este procedimento com os reagentes um do lado do outro, pois a reação se dá imediatamente.

### **O que acontece?**

Você verá um anel branco se formando dentro do tubo. Esta “fumaça” branca é na verdade um sólido formado pela reação entre o gás amônia e o HCl resultando em Cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Como os dois reagentes utilizados são voláteis, os gases saem do algodão e

imediatamente vão ocupando todo o espaço dentro do tubo. Ao se encontrarem, ocorre uma reação ácido-base que pode ser descrita através da equação:



O produto da reação,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , é um sal que não se forma no centro do tubo, e sim, próximo ao  $\text{HCl}$ . Por isso, tal experimento pode ser utilizado para o estudo da velocidade de difusão de gases.

Na aplicação da sequência didática é importante a correlação entre a 3ª Etapa (Aspectos históricos das teorias ácido-base), 4ª Etapa (Teoria ácido-base de Arrhenius) e a 6ª Etapa (Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry), para uma adequada compreensão dos conceitos ácido e base conforme trabalhados pelos autores.

Antes do desenvolvimento da teoria de Arrhenius, as substâncias eram classificadas em ácidos e bases a partir de suas características estruturais. O problema que ainda se difunde a ideia de se usar características intrínsecas para determinar o que é um ácido e o que é uma base. Os ácidos costumam ser definidos como substâncias que tem  $\text{H}^+$  na sua estrutura e base como sendo aquelas que têm  $\text{OH}^-$  na sua estrutura. Ao se fazer esse tipo de abordagem, acaba sujeitando os alunos a cometerem equívocos, como por exemplo, achar que a quantidade de  $\text{H}^+$  no composto define que esse é mais ácido, o que pode ser facilmente refutado se usarmos um par de substâncias como o  $\text{HCl}$  e o  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . O ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ) é um ácido forte ao passo que o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) é um ácido fraco. E o que dizer do gás metano ( $\text{CH}_4$ ), que tem hidrogênio em sua estrutura e não é um ácido de Arrhenius.

A caracterização dos ácidos como sendo algo azedo e corrosivo, é muito presente quando esse assunto é tratado a partir de concepções de senso comum, o que faz parecer estranho aos alunos quando se classifica, por exemplo, a água como um ácido de Brønsted-Lowry. É preciso que a ideia de uma classificação dentro de uma determinada teoria, seja abordada de forma esclarecedora, para que os estudantes compreendam o real significado dos conceitos trabalhados. Neste sentido, ao se utilizar a História e Filosofia da Ciência como ferramenta didática, para se fazer a abordagem contextualizada no ensino de Ciências da Natureza, pode favorecer a compreensão dos conceitos que fazem parte das teorias ácido-base.

Faz parte do aprendizado de ácidos e bases, o entendimento de que as teorias ácido-base têm poder de generalização diferente, o que faz com que a mesma reação possa ter seus

constituintes classificados em ácidos e bases em certas teorias enquanto que outras reações, só terão seus constituintes classificados desta maneira se a teoria for mais abrangente.

A abordagem histórica desse conteúdo pode ajudar a superar os obstáculos mencionados. Se o aluno tiver ciência que a forma de classificar ácidos e bases mudou ao longo da história, ele poderá perceber que a concepção que conceitos ácidos e bases está para além das propriedades e características que podem ser percebidas pelos sentidos humanos.

No âmbito da formação de professores, o conhecimento histórico desses e de outros conceitos permitem que o profissional tenha uma postura crítica diante dos materiais didáticos propondo alternativas para abordar o ensino. O conhecimento da história do conceito das teorias ácido-base também pode fornecer alternativas para que o professor possa entender e esclarecer as suas dúvidas e as dos alunos.

Outro fator que pode contribuir no ensino das teorias ácido-base, a partir de uma abordagem histórico-filosófica, é reconhecer que os contextos e os fundamentos das teorias são diferentes. A definição de Arrhenius está baseada na substância e a de Bronsted-Lowry em uma reação. A definição de ácido atribuída a Arrhenius e disseminada nos livros didáticos de química do ensino médio e até mesmo os do ensino superior, uma vez que não carregam o contexto histórico, pecam na transposição didática e na clareza da definição. O íon  $H^+$  não existe isolado em solução aquosa. O que fazer então com a “definição de Arrhenius”?

Quando se passa de um conceito para o outro ao se definir ácido de Bronsted-Lowry como toda espécie capaz de doar próton e base, capaz de receber próton tiramos o foco da reação. Ao definirmos ácido de Brønsted-Lowry como doadores de prótons ( $H^+$ ), esquecemos que para o próton do ácido clorídrico, por exemplo, ( $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ ) ser removido é necessário um valor de energia da ordem de  $1,4 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$ . O ácido não doa o próton por si só. O verbo doar sugere um falso conceito, é como se existisse uma força interna que promove a expulsão do próton. No entanto, tudo se resolve ao usarmos o foco da reação na definição de Bronsted-Lowry e definirmos ácido como uma substância na qual o próton pode ser removido por uma base e a base como uma substância que pode remover o próton de um ácido.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de evidenciação de problemas recorrentes nas práticas do ensino de ciência, destacou-se a criação de mitos em torno da natureza da ciência. Navegando na trajetória do ensino de ciências no Brasil, sob a orientação da obra de Saviani, foi mostrado que suas limitações e desenvolvimento tardio possuem raízes históricas, muitas vezes refletindo os interesses de certos grupos que detinham o poder político, econômico e ideológico da nação.

Foram realizadas pesquisa em periódicos e livros especializados, onde se debatia acerca das principais contribuições dos filósofos da Ciência na desmistificação e compreensão da natureza da Ciência e os reflexos no ensino de Ciências da Natureza. Com a análise das obras de Alves, Bachelard, Kuhn, Popper e Feyerabend, foi colocada em evidência a importância destacada por estes epistemólogos em se discutir a natureza da ciência, e o protagonismo dado à história pelos mesmos.

A partir de artigos científicos foi analisado de que maneira é realizado e como é possível explorar a História e Filosofia da Ciência como ferramenta didática no ensino contextualizado de Ciências da Natureza. Mesmo encontrando um número considerável de publicações na área, percebe-se que a maioria dos mesmos se adentram na discussão, porém apresentam poucas práticas efetivas, e quando falavam da aplicação da História e Filosofia da Ciência no ensino, davam pouco detalhamento sobre seu desenvolvimento.

A análise dos livros didáticos revelou que apesar de terem a pretensão de usarem a História da Ciência como recurso didático, uma maneira inadequada de se trabalhar o contexto histórico no formato principalmente de boxes desvinculados do texto principal.

A escolha da evolução dos conceitos ácido-base através da História da Ciência é um tipo de abordagem que possibilita aos alunos uma compreensão das controvérsias em torno da evolução dos conceitos, e que os conceitos são construídos por cientistas, indivíduos sujeitos a erros, que não são predestinados ou gênios. Seus trabalhos e Teorias são frutos de muito trabalho e embates entre os diferentes modelos. É de grande importância que, na construção do conhecimento químico, seja introduzida a noção de que cada conceito é produto de sua época, com grande influência de aspectos sociais e tecnológicos. Assim, se permite discutir as teorias não do ponto de vista de quem as classifica como certas ou erradas, e sim avaliar criticamente se satisfazem ou não ao que foram propostas. Podemos também destacar o papel da comunidade científica na validação, ou não, de uma nova teoria. Trabalhando o tema proposto numa perspectiva histórica, a partir das definições de Arrhenius, pode-se levar o aluno a perceber que o modelo para as Teorias que surgem após, como as de Bronsted e

Lewis, tem a tendência de generalizar a anterior, englobando cada vez mais um número maior de fenômenos, sem contraposição

Apesar de ter-se proposto a contribuir com discussões sobre a História e Filosofia da Ciência, para a formação e o aprimoramento de professores da área de Ciências da Natureza, foi explorado pouco esse item, mesmo porque a maioria dos trabalhos nesta área eram de caráter especulativo, com propostas em fase de desenvolvimento, não tendo aplicações efetivas.

Diante dos benefícios e alertas encontrados na bibliografia especializada, foi se desafiado através de um objetivo extra, que consistia em elaborar proposta didática que contemple o uso da Filosofia e História da Ciência no ensino de Ciências da Natureza. Pela questão de poucos trabalhos trazerem a efetiva aplicação do uso da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências da Natureza, encontrou-se muita dificuldade para o desenvolvimento da mesma. Apesar da discussão em seu entorno ocorrer já há um certo tempo, pouco se tem escrito acerca da sua efetiva aplicação.

Mesmo com o destaque dado aos benefícios do uso da História e Filosofia no ensino de Ciências da Natureza, diante da configuração organizacional das nossas instituições de ensino, ficou evidente o número de desafios pela frente, em especial destaque os obstáculos a serem superados na construção das propostas didáticas e na formação inicial e continuada de professores.

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. 5ª Edição. Editora: WMF Martins Fontes. São Paulo, 2007.
- ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras**. 15ª Edição. Editora: Loyola. São Paulo, 2010.
- ARRHENIUS, Svante August. **Development of the Theory of Electrolytic Dissociation**. 1903. Disponível em: <[weblemoyne.edu/ngiunta/papers](http://weblemoyne.edu/ngiunta/papers)>.
- ATKINS, Peter; JONES, Loreta. **Princípios de química: Questionamento a vida moderna e o meio ambiente**. 3ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- AZEVEDO, Fernando de. **O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova (1932)**. Revista HISTEDBR On-line, Campinas, n. especial, p.188–204, ago. 2006. Disponível em: <[http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/doc1\\_22e.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/doc1_22e.pdf)>. Acesso em: 11 abril 2018.
- AZEVEDO, Fernando de. **Manifesto dos Educadores: Mais uma Vez Convocados (janeiro de 1959)**. Revista HISTEDBR On-line, Campinas, n. especial, p.205–220, ago. 2006. Disponível em: <[http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/doc2\\_22e.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/doc2_22e.pdf)>. Acesso em: 11 abril 2018.
- BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico: Contribuição para uma Psicanálise do Conhecimento**. Editora: Contraponto. Rio de Janeiro, 1996.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)> Acesso em: 13 abril 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MECSEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>>. Acesso em: 21 março 2018.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Parte III-Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MECSEF, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 22 março 2018.
- BRITTO, N. S. (2011). **Formação de professores e professoras em Educação do campo por Área de conhecimento – Ciências da Natureza e Matemática**. In Molina, M. C. & SÁ, L. M., Licenciaturas em Educação do Campo: Registros e Reflexões a partir das Experiências Piloto (165-178). Belo Horizonte: Autêntica Editora.
- CACHAPUZ, Antonio & Pérez, Daniel & Carvalho, Anna & Praia, Joao & Vilches, Amparo. (2005). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/291833015\\_A\\_Necessaria\\_Renovacao\\_do\\_Ensino\\_das\\_Ciencias](https://www.researchgate.net/publication/291833015_A_Necessaria_Renovacao_do_Ensino_das_Ciencias)>. Acesso em: 15 outubro 2017.



CALDART, Roseli Salete (org.). **Dicionário da Educação do Campo**. Organizado por Roseli Salete Caldart, Isabel Brasil Pereira, Paulo Alentejano e Gaudêncio Frigotto. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012.

CALLEGARIO, L. J.; Hygino, C. B.; Alves, V. L. O; Luna, F. J.; Linhares, M. P. **A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão**. Rev. Virtual Quim., 2015, 7 (3), 977-991. Data de publicação na Web: 10 maio 2015.

CÂMERA DOS DEPUTADOS. **Legislação Informatizada - Lei Nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961 - Publicação Original**. Publicação: Diário Oficial da União - Seção 1 - 27/12/1961, Página 11429 (Publicação Original). Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 05 abril 2018.

CÂMERA DOS DEPUTADOS. **Legislação Informatizada - Lei Nº 5.692, de 11 de agosto de 1971 - Publicação Original**. Publicação: Diário Oficial da União - Seção 1 - 12/8/1971, Página 6377 (Publicação Original). Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-5692-11-agosto-1971-357752-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 05 abril 2018.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; CHEMELLO, Emiliano; PEREIRA, Luis Fernando; PROTI, Patrícia Barrientos. **Química: Ciscato, Pereira, Chemello e Proti**. Obra em 3 v. Bibliografia. 1. Química (Ensino médio) I. Título. Moderna, 1ª Edição – 2016.

CRAVEIRO, Clélia Brandão Alvarenga. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 28 de abril de 2008**. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=11841-rceb002-08-pdf&category\\_slug=outubro-2012-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11841-rceb002-08-pdf&category_slug=outubro-2012-pdf&Itemid=30192)>. Acesso 28 abril 2018.

COIMBRA, Sandra Gonçalves. **A Formação de uma Cultura Científica no Ensino Médio: O Papel do Livro Didático de Física**. 2007. 188 f. Dissertação de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp088410.pdf>. Acesso em: 03 abril 2018.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CÂMARA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Resolução CNE/CEB 1, de 3 de abril de 2002**. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=13800-rceb001-02-pdf&category\\_slug=agosto-2013-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13800-rceb001-02-pdf&category_slug=agosto-2013-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 07 abril 2018.

DELIZOICOV, Nadir Castilho; SLONGO, Iône Ines Pinsson; HOFFMANN, Marilisa Bialvo. (2011). **História e Filosofia da Ciência e Formação de Professores: A Preposição dos Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas do Sul do Brasil**. X Congresso Nacional de Educação - EDUCERE; I Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação - SIRSSE, 2011, PUCPR, Curitiba. Disponível em:<[http://www.academia.edu/2109992/HIST%C3%93RIA\\_E\\_FILOSOFIA\\_DA\\_CI%C3%84NCIA\\_E\\_FORMA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_PROFESSORES\\_A\\_PROPOSI%C3%87%C3](http://www.academia.edu/2109992/HIST%C3%93RIA_E_FILOSOFIA_DA_CI%C3%84NCIA_E_FORMA%C3%87%C3%83O_DE_PROFESSORES_A_PROPOSI%C3%87%C3)

%83O\_DOS\_CURSOS\_DE\_LICENCIATURA\_EM\_CI%3%8ANCIA\_S\_BIOL%3%93GICAS\_DO\_SUL\_DO\_BRASIL>. Acesso em: 17 outubro 2017.

ESTATUTO DA CNPL. **Confederação Nacional das Profissões Liberais**. Disponível em:<<http://www.cnpl.org.br/new/images/arquivospdf/estatuto.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2018.

FEYERABEND, Paul K. **Contra o método**. Tradução Cezar Augusto Mortari. 2ª ed. São Paulo. Editora: UNESP, 2011.

FOGAÇA, Jennifer. **Indicador ácido-base com repolho roxo**. Disponível em:<<https://manualdaquimica.uol.com.br/experimentos-quimica/indicador-acido-base-com-repolho-roxo.htm>>. Acesso em: 06 julho 2018.

FORATO, Thaís; MARTINS, Roberto; PIETROCOLA, Mauricio. (2010). **A História e a Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: Obstáculos a Superar ou Contornar**. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, At Águas de Lindóia, 2010. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/281285321\\_A\\_HISTORIA\\_E\\_A\\_NATUREZA\\_DA\\_CIENCIA\\_NO\\_ENSINO\\_DE\\_CIENCIAS\\_OBSTACULOS\\_A\\_SUPERAR\\_OU\\_CONTORNAR\\_-\\_THE\\_HISTORY\\_AND\\_THE\\_NATURE\\_OF\\_SCIENCE\\_IN\\_THE\\_SCIENCE\\_TEACHING\\_SOLVING\\_OR\\_CONTERBALANCING\\_OBSTACLES](https://www.researchgate.net/publication/281285321_A_HISTORIA_E_A_NATUREZA_DA_CIENCIA_NO_ENSINO_DE_CIENCIAS_OBSTACULOS_A_SUPERAR_OU_CONTORNAR_-_THE_HISTORY_AND_THE_NATURE_OF_SCIENCE_IN_THE_SCIENCE_TEACHING_SOLVING_OR_CONTERBALANCING_OBSTACLES)>. Acesso em: 14 junho 2018.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: Martha Reis**. Obra em 3 v. Bibliografia. 1. Química (Ensino médio) I. Título. 2ª Edição. São Paulo: Editora Ática, 2016.

GAMA, Michelle da Silva; AFONSO, Júlio Carlos. **De Svante Arrhenius ao Peagâmetro Digital: 100 Anos de Medida de Acidez**. Quim. Nova, Vol. 30, No. 1, p. 232-239. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-40422007000100038&lng=p&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-40422007000100038&lng=p&tlng=pt)>. Acesso em: 06 julho 2018.

HENRIQUES, Ricardo; MARANGON, Antonio; DELAMORA, Michiele; CHAMUSCA, Adelaide Chamusca. **Cadernos SECAD-Educação do Campo: diferenças mudando paradigmas**. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (Secad/MEC). Brasília – DF. março de 2007. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/4482191-Educacao-do-campo-diferencas-mudando-paradigmas.html>>. Acesso em: 07 abril 2018.

JUNIOR, Luiz A. Ribeiro Junior; CUNHA, Marcelo F.; LARANJEIRAS, Cássio C. **Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 4, 4602 (2012) [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br). Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n4/a23v34n4.pdf>>. Acesso: 05 junho de 2018.

JUSBRASIL. **Lei de Diretrizes e Base de 1971 - Lei 5692/71 | Lei no 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Disponível em:<<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/128525/lei-de-diretrizes-e-base-de-1971-lei-5692-71>>. Acesso em: 06 abril 2018.

KHANACADEMY. [pt.khanacademy.org](http://pt.khanacademy.org). **Ácidos e bases de Arrhenius**. Disponível em:<<https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/acids-and-bases-topic/modal/a/bronsted-lowry-acid-base-theory>>. Acesso em: 29 maio 2018

KHANACADEMY. pt.khanacademy.org. **Teoria ácido-base de Brønsted-Lowry.** Disponível em:<<https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/acids-and-bases-topic/modal/a/arrhenius-acids-and-bases>>. Acesso em: 29 maio 2018

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas.** 5ª edição. São Paulo: Perspectiva, 2010.

KUHN, T. **The essential tension.** Chicago: University of Chicago Press, 1977.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**/Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. - 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

LIMA, Claudiane. **Ensino dos conceitos ácido e base na perspectiva histórico-crítica.** 2016. 80f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador. Disponível em:< <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/25215>>. Acesso em: 29 maio 2018.

LISBOA, Julio Cesar Foschini, et al. Edições SM (org). **Ser protagonista: Química.** Obra em 3 v. Bibliografia. 1. Química (Ensino médio). 3ª Edição. São Paulo: Edições SM, 2016.

MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Química: ensino médio.** Obra em 3 v. Bibliografia 2. Química (Ensino médio). 3ª Edição. São Paulo: Editora Scipione, 2016.

MATTHEWS, Michael R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: a Tendência Atual de Reaproximação.** Revista Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995. Disponível em:<<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>> Acesso em: 23 outubro 2017.

MARTINS, André Ferrer Pinto. **O ensino do conceito de tempo: contribuições históricas e epistemológicas.** Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

MOLINA, Mônica Castagna, org. **Licenciaturas em Educação do Campo e o ensino de Ciências Naturais: desafios à promoção do trabalho docente interdisciplinar.** Brasília: MDA, 2014. 268 p. (Série NEAD Debate; 23)

MONTALVÃO, Sérgio. **Liberdade de ensino versus totalitarismo: a semântica política dos substitutivos de Carlos Lacerda durante a tramitação da Lei de Diretrizes e Bases (1958-1959).** Revista de História. Nº 169, p. 293-322. São Paulo, julho/dezembro, 2013. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rh/n169/0034-8309-rh-169-00293.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2018.

MORA, Jose Ferrater. **Dicionário de Filosofia.** Tomo 02 Ej. 2ª Edição. Editora: Loyola. São Paulo 2005.

MORAIS, Christianni Cardoso. **Aulas régias, cobrança do subsídio literário e pagamento dos ordenados dos professores em Minas Gerais no período colonial.** Educação em Perspectiva, Viçosa, MG, v. 3, n. 1, ago. 2012. ISSN 2178-8359. Disponível em:<<http://www.seer.ufv.br/seer/educacaoemperspectiva/index.php/ppgeufv/article/view/264/76>> . Acesso em: 08 maio 2018.

MOSLEY, Michael. LINCH, John. **Uma História Da Ciência. Experiência, Poder E Paixão**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2011.

NOVAIS, Vera Lucia de; ANTUNES, Murilo Tissoni. **Vivá: Química**. Obra em 3 v. Bibliografia. 1. Química (Ensino médio). 1ª Edição. Curitiba: Editora Positivo, 2016

PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André Ferrer P.; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

PINHEIRO, Bárbara Carine Soares; BELLAS, Renata Rosa Dotto; SANTOS, Lílian Moreira. **Teorias Ácido-Base: aspectos históricos e suas implicações pedagógicas**. Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ), Departamento de Química da Universidade Federal de Ouro Preto (DEQUI/UFOP). ANAIS ENEQ 2016. Disponível em:< <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0925-1.pdf>>. Acesso: 01 junho de 2018.

PIRES, Antonio S. T. **Evolução das Ideias da Física**. 2ª Edição. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2011.

POPPER, K. **A ciência normal e seus perigos**. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. A crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo: CUTRIX; Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979.

POPPER, K. **Os Pensadores - Popper Schlick Carnap** - Vol. 44. 1ª Edição. Editora: Abril Cultural. São Paulo, 1975.

RIBEIRO, Andressa de Freitas. **Taylorismo, fordismo e Toyotismo**. Lutas Sociais, São Paulo, vol.19 n.35, p.65-79, jul./dez. 2015. Disponível em:< <https://revistas.pucsp.br/index.php/ls/article/viewFile/26678/pdf>>. Acesso em: 14 maio 2018.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza, (coords.). **Química cidadã**. Obra em 3 v. Bibliografia 1. Química (Ensino médio). 3ª EDIÇÃO. São Paulo: Editora AJS, 2016.

SANTOS, W. L.P. MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência–Tecnologia–Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v.2, n. 2, p. 1-23, 2002. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

SANTOS, Karla; SOUZA, Lizane Lúcia de. **Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária: Manual de Operações**. Brasília-DF, 15 janeiro de 2016. Disponível em:< [http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/reforma-agraria/projetos-e-programas/pronera/manual\\_pronera\\_-\\_18.01.16.pdf](http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/reforma-agraria/projetos-e-programas/pronera/manual_pronera_-_18.01.16.pdf)>. Acesso em: 7 abril 2018.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia, Polêmicas do Nosso Tempo**. 32ª Edição Revista. Editora Autores Associados. São Paulo 1983.

SAVIANI, Dermeval. **História das Ideias Pedagógicas no Brasil**. 2ª Edição. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 10ª Edição. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

SECADI, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; MEC, Ministério da Educação. **Educação do Campo: marcos normativos**. Brasília, DF: SECADI, 2012. 96 p. Disponível em: <[http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/bib\\_educ\\_campo.pdf](http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/bib_educ_campo.pdf)>. Acesso em: 07 abril 2018.

SEED-PR, Química / vários autores. **Química (Ensino médio)**. 2ª Edição. p. 248. Curitiba: SEED-PR, 2006.

SILVA, Erivanildo Lopes da Silva; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. **Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n1/1516-7313-ciedu-21-01-0065.pdf>>. Acesso em: 05 junho 2018.

SILVA, Marcos Paulo da; SANTIAGO, Maria Antonieta. **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. Volume 5, 2012 – pp. 48-82. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/9263>>. Acesso em: 22 março 2018.

SILVA, Rejane Conceição Silveira da. PEREIRA, Elaine Corrêa. **Currículos de ciências: uma abordagem histórico-cultural**. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0836-1.pdf>>. Acesso em: 29 março 2018.

SINEX, Scott A. **EDTA - A Molecule with a Complex Story**. Molecule of the Month - March 2004. Prince George's Community College. Disponível em: <<http://www.chm.bris.ac.uk/motm/edta/edtah.htm>>. Acessado em: 22 junho 2018.

SOUZA, Felipe de Moura; ARICÓ, Eliana Maria. **Mapa cronológico da evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização histórica no ensino de química**. Educación Química (2017) n° 28, p. 2-10. 2016 Universidade Nacional Autónoma do México, Faculdade de Química. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X16300350>>. Acesso em: 05 junho 2018.

STRECK, Danilo Romeu. **Da pedagogia do oprimido às pedagogias da exclusão: um breve balanço crítico**. Educ. Soc. Campinas, vol. 30, n. 107, p. 539-560, maio/ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v30n107/12.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2018.

SUPERTI, Eliane. **Positivismo e Escravidão: Um Relato Sobre o Projeto Positivista de Reorganização das Relações de Trabalho no Brasil no Final do Século XIX**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, CNPq. ANPUH, XXII SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA. João Pessoa, 2003. Disponível em: <<http://anais.anpuh.org/wp-content/uploads/mp/pdf/ANPUH.S22.201.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2018.

TADESCO, Stephanie Angela; RODRIGUES, Tatiane Soares; AIRES, Joanez Aparecida. **História e Filosofia da Ciência: Uma proposta Didática para o Ensino de Ácidos e Bases**. UFPR - Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1013-1.pdf>>. Acessado: 05 junho 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL. **Manual de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal da Fronteira Sul** / Universidade Federal da Fronteira Sul; Simone Padilha (Coord.). – Chapecó, 2014. 136 folhas: il.