

Aspectos sócio-históricos relativos à Eletricidade e Pilha: Contribuições para a Formação de Professores

M. E. M. Santos¹; E. L. Silva¹

¹*Departamento de Química Campus Itabaiana (DQCI), Universidade Federal de Sergipe Campus Professor Alberto Carvalho, 49500000, Itabaiana-SE, Brasil*

elane.ufsqumica@gmail.com;

(Recebido em 23 de fevereiro de 2015; aceito em 08 de junho de 2015)

Várias pesquisas apontam que o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino, especificamente no Ensino de Química é necessária, uma vez que pode permitir um maior entendimento sobre Ciências. Nesse sentido, o uso de tal abordagem permite formar cidadãos mais críticos e reflexivos. Diante disso, este trabalho busca um levantamento bibliográfico acerca das contribuições dos estudos de eletricidade no desenvolvimento dos conceitos sobre pilha. Onde discute uma apresentação dos episódios e controvérsias históricas ocorridas na construção de tais conceitos. Acredita-se que considerações acerca destes episódios contribuem para a construção do conhecimento científico e para formação de professores.

Palavras-chave: Formação de Professores, eletricidade, pilha.

Contextualist approach: A discussion on electricity and battery Training of science teachers.

Several studies show that the use of the History and Philosophy of Science (HFS) in education, specifically in Chemistry Teaching is necessary, since it can allow a greater understanding of Sciences. In this sense, the use of such an approach allows to form more critical and reflective citizens. Thus, this paper seeks a literature about the contributions of electrical studies in developing concepts on battery, where discusses a presentation of the episodes and historical controversies occurred in the construction of such concepts. It is believed that considerations about these episodes contribute to the construction of scientific knowledge and teacher training.

Keywords: Theacher training, electricity, batteries.

1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos é grande o debate sobre a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) na formação de professores e as contribuições de tal vertente no Ensino de Ciências. Porém, estudos destacam a deficiência de tais discussões no processo de formação de professores. Nessa perspectiva, Michael Matthews ^[1] defende a abordagem contextualista como grande contribuinte no ensino, pois permite a inserção de questões históricas, filosóficas e sociológicas da Ciência no processo de argumentação, permitindo assim melhor entendimento da Natureza da Ciência (NdC).

Ainda na mesma perspectiva, Matthews ^[1] discute a contribuição de tal abordagem para a formação de professores, pois possibilita melhor visão na Epistemologia e História da Ciência, sendo grande contribuinte para a formação de professores de Ciências/Química.

A utilização da História da Ciência (HC) no processo de formação de professores estimula o pensamento lógico sobre a construção do conhecimento, sobre a organização da sociedade e de sua cultura, bem como a compreensão do papel dos debates e discussões onde estes elementos tinham papel primordial na construção de um conceito, como destaca Goulart ^[2]:

A evolução do pensamento científico, assim como a evolução de teorias científicas, está intimamente ligada à evolução das ideias filosóficas, sociais, políticas, religiosas, enfim, está estreitamente ligada à própria cultura na qual ele foi gerado ^[2].

Cabe-se destacar que o conhecimento da HC é de grande importância para a compreensão da NdC, visto que abre caminhos para a discussão e compreensão da Ciência de hoje em virtude

do desenvolvimento da Ciência ao longo do tempo, permitindo assim melhor compreensão dos conceitos já estabelecidos ^[3]. “A História da Ciência é considerada conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a assumir o elo capaz de conectar ciência e sociedade” ^[4]. Dessa forma, o estudo da História da Ciência permite compreender porque existem as leis e quais seus fundamentos e que tais leis foram formuladas a partir de pensamentos lógicos criados por mentes humanas que construíram a Ciência, estabelecendo conexão com fatos da realidade ^[2].

De acordo com o estudo de Oki ^[5], a utilização da HC no ensino possibilita muitas vantagens para a compreensão da Ciência, de modo que não seja só utilizada para apresentar as conclusões destacadas pelos cientistas da época, mas também para discutir quais os fatores que levaram a terem tais conclusões. Assim a autora ^[5] destaca que:

O conhecimento dos sucessos e insucessos das teorias, as grandes controvérsias científicas e as modificações nas imagens de natureza podem ajudar a esclarecer a provisoriedade dos resultados considerados como verdades absolutas. O papel da comunidade científica envolvida no processo e na validação dos resultados poderão ser evidenciados ^[5].

Nesta perspectiva, defende-se que é essencial a utilização da HFC na formação de professores de Ciências sendo que esta abordagem seja inserida nos currículos científicos de diferentes formas e estratégias de ensino, destacando a abordagem inclusiva apontada por Matthews, onde discute episódios históricos específicos como um estudo de caso, tendo contribuições pontuais no desenvolvimento de discussões sobre a História de um determinado conceito ^[6].

Outra forma de utilizar a HC é a partir do uso de controvérsias históricas, pois permite que compreenda melhor as circunstâncias que afetaram o desenvolvimento de um determinado conceito. Ou seja, a forma que o conceito foi interpretado está relacionada com aspectos experimentais e também com o pensamento da época, a cultura, a religião, as crenças, visto que são fatores que contribuem para determinadas tomadas de decisões e interpretações dos fenômenos, sendo estes fatores argumentativos são os que movem a Ciência ^[5].

Outra questão a destacar que relaciona a HC e a Formação de professores de Ciências, é a mudança da visão de Ciência por parte dos alunos, futuros professores de Ciências, onde são necessárias ações que discutam que a Ciência é um conhecimento construído socialmente, que as hipóteses levantadas foram geradas a partir da construção histórica, cultural e social do grupo que a constitui, diferentemente da visão de cientistas heróis, essa mudança de visão permite melhor compreensão de como a Ciência se constituiu, sendo que a HC pode contribuir para a desmitificação e visão estereotipada da Ciência ^[2].

Nesse sentido, a concepção de Ciência contribui para a formação docente principalmente por influenciar na prática docente, visto que o conhecimento da História de sua disciplina contribui para a compreensão da evolução dos conceitos e a relação com a aprendizagem ^[2].

Porém, a HC é normalmente deixada em segundo plano ou geralmente passada com ênfase só nos acontecimentos que promoveram grandes descobertas da Ciência, ou seja, restringindo somente a História dos cientistas “que deram certo” ^[6]. A História da Ciência é fundamental para a compreensão do desenvolvimento da Ciência e o seu papel na sociedade, sendo que essas contribuições no ensino se fundamentam na Filosofia e Epistemologia da concepção da própria Ciência como aponta Oki e Moradillo ^[4]:

Considera-se que a incorporação de um maior conteúdo de História, Filosofia e Sociologia da Ciência nos currículos podem contribuir para a humanização do ensino científico, facilitando a mudança de concepções simplistas sobre a ciência para posições mais relativistas e contextualizadas sobre esse tipo de conhecimento ^[4].

Mesmo sendo um componente curricular, a HC é pouco discutida no processo de formação inicial. A dissociação existente entre a formação científica e a formação pedagógica nos cursos de graduação em Química é um fator a se destacar, pois não há uma relação entre os saberes,

transformando a formação em um modelo somático de conteúdos científicos e educacionais predominantemente desvinculados ^[7]. Ou seja, as disciplinas científicas que discutem conceitos como, por exemplo, na eletroquímica, não enfocam na construção histórica de tal conceito, dando ênfase somente em fórmulas e modelos explicativos, uma vez que a discussão utilizando a HC contribui fortemente para a compreensão dos fenômenos e teorias.

No entanto, pode-se destacar que a abordagem contextual pouco é desenvolvida na formação inicial de professores, bem como a utilização de abordagens históricas que propiciem uma visão mais reflexiva sobre Ciência. Desse modo, diante dos argumentos destacados, o presente artigo procura apresentar a partir de um levantamento bibliográfico, a grande contribuição dos estudos de eletricidade e as controvérsias históricas existentes para o desenvolvimento da pilha.

A principal questão do estudo realizado refere-se às contribuições das controvérsias históricas para a formação dos professores de Ciências, uma vez que estes concebem tais episódios da forma que descrevem os materiais instrucionais, sendo que a discussão de episódios históricos promove uma mudança no ensino, fugindo do ensino linear e cumulativo.

Nesta perspectiva, o presente artigo representa uma contribuição como material didático para cursos de formação de professores de Ciências, especificamente Química e também como recurso didático na preparação de aulas para o Ensino Médio. A escolha desta temática se deu por ser escasso este tipo de material relacionado a debates históricos uma vez que nos cursos de formação de professores como também na maioria dos livros didáticos, não apresentam discussões detalhadas sobre a construção histórica da pilha, sendo omitidas relações mais estreitas como pilhas e eletricidade. É notório observar que os estudos elétricos foram primordiais para a construção da pilha elétrica.

Este trabalho apresentará subsídios que evidenciam a relação entre a eletricidade e a construção histórica da pilha que podem ser explorados na formação inicial de professores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a investigação dos episódios foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em fontes secundárias fundamentada por Sá-Silva, Almeida e Guindani ^[8] no qual discutem a utilização da pesquisa bibliográfica como fonte de informações.

A partir da pesquisa bibliográfica buscou-se informações sobre as contribuições dos estudos de eletricidade para a construção histórica da pilha e as controvérsias existentes na construção do conceito. Nessa perspectiva foi constatado que um grande contribuinte para o surgimento da pilha foi os estudos sobre eletricidade, sendo que as fontes utilizadas abordavam o caminho histórico sobre os estudos dos fenômenos elétricos atrelando ao desenvolvimento da pilha.

A pesquisa se deu a partir de sites de busca especializada como o Google Acadêmico, Portal CAPES, *Scientific Electronic Library Online* (sciELO) e demais sites utilizando como palavras chaves História da Ciência, eletricidade, pilha e formação de professores. Pode-se destacar os trabalhos de Cindra e Teixeira ^[9], Oki ^[10], Jensen ^[11], Junior ^[12], Mendonça ^[13], Germano, Lima e Silva ^[14], Tolentino & Rocha-Filho ^[15], Boni ^[16], entre outros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo sobre os fenômenos eletroquímicos que constituem o processo da pilha são normalmente discutidos no nível superior e também no Ensino Médio, de forma conteudista, restringido somente a fórmulas matemáticas e modelos explicativos sendo pouco relacionado com a eletricidade e não inserindo a abordagem histórica da construção do conceito, de tal forma que a concepção da construção da Ciência passa como que as informações surgiram espontaneamente e gerada por gênios da Ciência. Nesse sentido cabe-se fazer um levantamento da relação existente entre a eletricidade e a pilha. A controvérsia existente na construção da

pilha elétrica é uma forma motivadora e de grande valia para a formação inicial de professores de Ciências especificamente professores de Química.

Estudos históricos sobre eletricidade: Caminho para a Construção da Pilha.

As primeiras observações de fenômenos elétricos ocorreram provavelmente na Grécia Antiga por Tales de Mileto (640 - 546 a. C.) como sendo possivelmente o primeiro a constatar que o âmbar (resina fóssil de vegetais polimerizada) ao ser friccionado atraía corpos leves como fios de linha. De modo semelhante, Teofrasto (372-288 a. C.), discípulo de Aristóteles, observa que diferentes minerais possuíam a mesma propriedade do âmbar. Porém este fenômeno só constituía uma simples curiosidade.

Só no século XVI, o inglês William Gilbert (1540-1603) testando alguns outros materiais como pedras preciosas e vidro, descobriu que alguns materiais possuíam características semelhantes e outros possuíam características diferentes ao âmbar e dividiu-as em substâncias elétricas e não elétricas.

O âmbar era chamado de *elektron* em grego e *electrum* em latim, sendo que os materiais que possuíam características próximas ao âmbar eram denominados de substâncias elétricas^[9].

A palavra “eletricidade” surgiu no ano de 1650, usada pelo inglês Walter Charleton chamando-se assim a propriedade de atração dos corpos^[12].

Sentia-se então, naquela época, a necessidade de um maior efeito elétrico. Somente em 1672, Otto von Guericke (1602-1686) constatou que o enxofre tinha as mesmas características do âmbar quando atritado, assim, construiu uma esfera de enxofre e ao girar friccionada em um retalho de lã com o auxílio de uma manivela, descobriu o princípio das máquinas eletrostáticas^[12].

Os estudos estavam voltados para a elaboração de teorias que fossem possíveis de explicar e os fenômenos a partir das interpretações físicas, assim foi considerado na época, que a eletricidade era um fluido sem peso e invisível.

Stephen Gray (1666-1736) a partir das demonstrações de condução elétrica utilizando placas de ouro e fios de seda na busca de medir o quão poderia se propagar a eletricidade, distinguiu que iria depender da natureza material, determinando os materiais como condutores e não condutores de eletricidade, também foi em seus estudos que atribuiu o termo corrente elétrica ao movimento da eletricidade, relacionando-os a um fluxo contínuo de fluido comparando-o a água.

Charles-François Du Fay (1698-1730), em síntese, observou que uma folha de ouro se repelia quando colocada próximo a um vidro eletrizado. Assim, ele concluiu que deviam existir dois tipos de eletricidade, e denominou-as de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa, dando à origem histórica a hipótese de dois fluidos elétricos^[9].

A partir dos estudos de Gray e Du Fay, os fenômenos elétricos se tornaram um fascínio na comunidade acadêmica, e muitos experimentos começaram a ser feitos em busca de encontrar a natureza da eletricidade. Ainda com a perspectiva de que a eletricidade era um fluido, muitos estudiosos procuravam uma forma de armazená-la.

Nessa perspectiva, um acontecimento histórico importante a ser considerado foi a invenção da garrafa de Leyden por Pieter van Musschenbroek (1692-1761) professor na Universidade de Leyden, na Holanda, por volta de 1745. Este cientista, na procura de armazenar a eletricidade em um reservatório de vidro com água, descobriu por acaso que ao tocar a haste metálica que sustenta o reservatório produzia uma descarga, comprovando que o conjunto conseguia armazenar eletricidade. O aparato é conhecido como sendo o primeiro capacitor^[10].

Naquela época, muitos experimentos foram realizados como demonstrações em público, visto que a Europa estava em pleno Iluminismo, sendo estas exposições mais comuns, se expandindo do meio acadêmico^[12].

Em 1775, Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, apresentou um aparato que era conhecido por promover indução estática, seu invento ficou conhecido como eletróforo de Volta.

O inglês Henry Cavendish (1731-1810) estudou animais que eram capazes de provocar um efeito aproximado aos de máquinas eletrostáticas. Em 1775, construiu um peixe artificial de

madeira e colocou-a em água salgada ligando-a em uma série de garrafas de Leyden. Assim determinou que os fenômenos da garrafa de Leyden e do peixe elétrico estudado na época tinham a mesma natureza elétrica, ou seja, o choque sentido pela picada da arraia, ou da enguia, era da mesma natureza^[11].

Benjamin Franklin (1706-1790) jornalista americano morando na Inglaterra, fascinado com os estudos elétricos e sentindo ausência na explicação da garrafa de Leyden, procurou tentar explicá-la com um tubo de vidro. Suas experiências determinaram que a garrafa de Leyden era um sistema isolado e que este era invariável, possuía as mesmas quantidades de fluido elétrico positivo e negativo onde o vidro agia como isolante. Determinou que existia uma deficiência elétrica negativa e que em alguns dos lados da garrafa de Leyden coexiste o excesso de eletricidade. Assim defendia existir somente um fluido, porém corpos eletrizados podiam possuir excesso ou deficiência de fluido elétrico^[9].

A controvérsia Histórica por trás da construção da Pilha Elétrica.

Um dos maiores produtos em decorrência de estudos da eletricidade foi a construção da pilha, que se deu a partir da “briga” entre Alessandro Volta e Luigi Galvani no século XIX. Os estudos sobre os fenômenos elétricos era um fator em comum entre ambos, porém o modo como explicá-los foi um fator decisivo tanto para a vida de cada um como para a Ciência, em que se destaca um grande debate entre eles durante os anos de 1790 a 1798.

Em 1780, Luigi Galvani (1737-1798), médico, professor da Universidade de Bolonha na Itália, de bases catolicistas altamente conservadoras, concentrou os estudos sobre eletricidade na aplicação em estudos medicinais, denominada como “eletricidade médica” a partir da aplicação da eletricidade armazenada na garrafa de Leyden em cadáveres. Atraído pelos efeitos terapêuticos, procurou elementos da pesquisa da época denominada “eletricidade animal” termo defendido pelo médico francês Pierre Bertholon (1741-1800) e o italiano Giuseppe Gardini (1740-1816) na década de 1780, que alegavam existir eletricidade vinda do próprio animal^[14].

Em 1781, Galvani observou um efeito semelhante a uma corrente elétrica quando dissecava uma rã e utilizando algumas máquinas eletrostáticas, observou que os membros inferiores dissecados produziam fortes contrações quando seus nervos expostos entravam em contato com o bisturi. A princípio Galvani destacou a presença do impulso nervoso pelo fato do uso da máquina eletrostática, onde esta consumia a carga proveniente da garrafa de Leyden^{[14][15]}.

Anos depois em um dia de tempestade, tentando relacionar seu feito com os efeitos dos raios das tempestades e não utilizando máquinas elétricas, tomou as pernas dissecadas de uma rã e pendurou-as em um fio no ponto mais alto de sua casa e viu contrações surgirem quando raios caíam da tempestade.

Para melhor comprovar sua hipótese da não utilização de eletricidade no experimento, em setembro de 1786, em um dia comum sem tempestades, Galvani pendurou as pernas dissecadas de uma rã a um gancho de metal em uma grade de ferro de sua casa. Cansado em não ver nenhum movimento acontecer, começou a mexer os ganchos conectados aos nervos da rã, e para sua surpresa, ao tocar na grade de ferro, observou que os nervos se contraíam fortemente. Fascinado e surpreso, Galvani refez o experimento em um quarto fechado modificando os tipos de metais e observou as mesmas condições. Assim constatou que ao conectar espécies metálicas aos nervos da rã, promovia um fechamento do circuito semelhante ao observado na garrafa de Leyden^[15].

Em 1791 depois de muitas experiências, Galvani publicou a monografia *De Viribus Electricitatis in Motu Musculari* (“Sobre as forças de eletricidade nos movimentos musculares”) onde constavam seus experimentos e que defendia que os nervos da rã se comportavam do mesmo modo da garrafa de Leyden, existindo assim uma eletricidade animal que se desprendia dos nervos da rã^[15].

Após a divulgação da monografia de Galvani, vários estudiosos começaram a se debruçar em seus experimentos e admirar sua descoberta, um desses estudiosos que cabe destaque foi Alessandro Volta (1745-1827), físico da Universidade de Pavia, também na Itália, utilizava os

estudos elétricos para apresentações em público, tinha pensamento liberal e racional com bases iluministas, movimento que defendia o uso da razão para conquistar a liberdade.

Volta ficou fascinado pela descoberta e ele de início aceitou a ideia de Galvani sobre a eletricidade animal porém ao longo de suas experiências, começou a discordar destas ideias, no que se refere a explicação do fenômeno sendo este um dos fatores de motivação para a construção da pilha ^[16].

Em suas reproduções do experimento de Galvani, Volta se preocupou na necessidade de modificar os aparatos metálicos, questionando a funcionalidade dos arcos de metais, se eram somente condutores da eletricidade animal ou poderiam promover alguma contribuição para o movimento elétrico. Ele concluiu que a eletricidade advinda dos animais teria uma natureza diferente da observada pelo fluido comum (dita assim àqueles fenômenos elétricos obtidos pelo atrito) e que possivelmente a eletricidade animal só existisse nos peixes elétricos, que no caso da rã esta se transformava em um eletrômetro animal (um dispositivo que indica se o corpo está eletrizado) extremamente sensível e que a eletricidade vinha de outra forma ^{[15][16]}.

A partir de suas experiências, Volta desconfiou da utilidade dos diferentes tipos de metais e experimentou diversos pares metálicos constatando que a corrente elétrica possuía um sentido único, e determinou também que o conjunto Zinco e Prata produziam melhor efeito. Outra contribuição aos estudos de Volta foi a observação feita pelo físico suíço, Johann Georg Sulzer (1720-1779), que ao colocar duas moedas de diferentes metais sobre sua língua, sentia um leve formigamento. Esta evidência seria a ligação necessária para explicar a importância dos metais mesmo sem estar em contato com nervos animais. Ele atribuiu a consequência de existência de condução elétrica, aos metais condutores e ao fluido existente no tecido animal, desconsiderando a existência da eletricidade animal. Ele se baseou também nos estudos do peixe elétrico de Henry Cavendish (1731-1810) a partir da anatomia dos mesmos por possuírem pequenos compartimentos em ordem. Porém procurou relacionar a descarga produzida pelo peixe e a descarga provocada pelo armazenamento de eletricidade da Garrafa de Leyden. Era então uma relação entre a eletricidade animal e artificial. Conseguiu então determinar que o padrão dos compartimentos observados no peixe fosse o que gerava a eletricidade que constituía sua picada.

Para provar o que ele tinha feito propôs algo que provou a sua ideia, o que gerou grande impacto entre os cientistas daquele tempo. Em 1799, Volta conseguiu, pela primeira vez, uma fonte de corrente elétrica constante que ficou denominada como pilha, por ser constituída por uma pilha de metais junto a papéis umedecidos de solução salina. A sequência de volta era feita de Prata e Zinco ou Prata e Chumbo ou Prata e Estanho onde as extremidades deveriam ser de metais diferentes (se iniciasse com prata, a outra extremidade deveria ser de outro metal como o Zinco) e eram ligadas a fios metálicos para conduzir a eletricidade. A partir de seus estudos ele descobriu que ao empilhar os pares metálicos as tensões elétricas se somavam, e que estava sendo gerada eletricidade pelo contato dos metais conectados por uma solução salina, diferentemente dos outros fenômenos artificiais já conhecidos que era necessário gerar eletricidade estática para produzir tal feito.

Porém Volta só publicou seu experimento no ano de 1800, através de uma carta a Sir Joseph Banks presidente da Royal Society de London, intitulada “*Sobre a eletricidade excitada por simples contato de substâncias condutoras de diferentes tipos*” onde descreveu detalhes do experimento, inclusive os diferentes tipos de metais a serem utilizados bem como as possíveis disposições para a construção da pilha (Figura 1) ^[15].

A figura 1 representa as diferentes formas que pode construir a pilha proposta por Volta. Ele descreve na carta que o aparato feito a partir de bacias é chamado por ele de coroa de taças (fig. 1). Descreve também a pilha em coluna, que pode ser construída em números crescentes de conjuntos metálicos (Fig. 2, 3 e 4) ^[15].

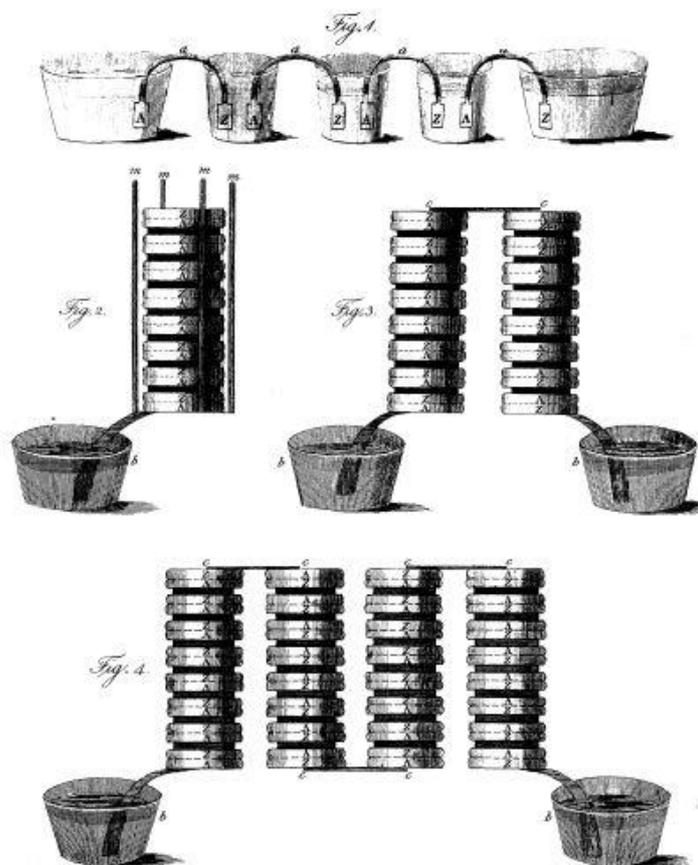


Figura 1: Reprodução das pilhas feitas por Volta anexo a carta endereçada a Sir Joseph Banks ^[15].

A partir das controvérsias existentes entre Alessandro Volta e Luigi Galvani foi possível abrir novos ramos de estudos sobre a eletricidade. Porém o fim da História de cada um foi diferente. Alessandro ficou muito conhecido na época pelo triunfo da descoberta da pilha, já Galvani, depressivo, faleceu antes de ver o sucesso do adversário. Isso demonstra o quanto é importante entender a sociedade da época, o contexto histórico por trás das teorias e dos conceitos.

4. CONCLUSÃO

Através deste estudo é possível destacar a importância dos estudos sobre eletricidade para o desenvolvimento da Pilha, bem como a importância e utilidade da eletricidade, de modo que a construção da pilha seria uma nova Revolução da Ciência. Contribuindo assim para novas descobertas na Ciência e o desenvolvimento de novas tecnologias para a sociedade.

A abordagem contextualista contribui fortemente para o entendimento do conceito abordado como também contribui para o desenvolvimento da construção do conhecimento por permitir uma maior compreensão da Natureza da Ciência, sendo que a HFC é de fundamental importância em discussões na Formação de Professores de Ciências.

Desse modo, a escassez de materiais didáticos relacionados a essa temática demonstra a necessidade da utilização da História da Ciência em torno da eletricidade e da pilha na formação de professores de Ciências, visto que são conceitos importantes principalmente para a Química ^{[17] [18]}.

1. Matthews MR. História, filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. *Cad. Cat. Ens. Fís.* 1995: 164-214.
2. Goulart SM. História da Ciência: elo da dimensão transdisciplinar; 2005. 9 p. (J. & LIBANEO, editor. Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade).
3. Abrahams SK, Horning P, Aires J. A História e a Filosofia da Ciência na revista *Química Nova na Escola*. Atas do VIII Encontro Nacional de pesquisa em educação em Ciências; 2011. Campinas: São Paulo; 2011. 19 p.
4. Oki MCM, Moradillo EF. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência & Educação*. 2008; 14(1): 67-88.
5. Oki MCM. A História da Química possibilitando o conhecimento da Natureza da Ciência e uma Abordagem Contextualizada de Conceitos Químicos: Um estudo de caso numa disciplina do curso de Química da UFBA. Parte 1. [Tese]. [Salvador] Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação; 2006. 253 p.
6. Prestes ME, Caldeira AM. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. *Filosofia e História da Biologia*. 2009; 4: 1-16.
7. Gatti SR, Nardi R, Silva D. A História da Ciência na formação do professor de física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. *Ciência & Educação*. 2004; 10(3): 491-500.
8. Sá-silva JR, Almeida CD, Guindani JF. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Caderno Brasileiro de História e Ciências Sociais*. 2009; 1: 1-15.
9. Cindra JL, Teixeira OP. A evolução das idéias relacionadas aos estudos térmicos e elétricos: Algumas similaridades. *Cad. Brás. Ens. Fís.* 2005; 22(3): 379-399.
10. Oki MC. A eletricidade e a Química. *Química Nova na Escola*. 2000; (12): 34-37.
11. Jensen, GM. Lazzaro Spallanzani (1729-1799) e o torpedo: um tipo de peixe elétrico? [dissertação]. [São Paulo]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2008. 111 p.
12. Junior, LAF. A História do desenvolvimento das máquinas eletrostáticas como estratégia para o ensino de conceitos de eletrostática [monografia]. [Porto Alegre]: Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2008. 55 p.
13. Mendonça, MCNF. A História da Eletricidade no Século XVIII e o Ensino de Física. [Dissertação] [Coimbra]: Faculdade de Ciências e Tecnologia; Universidade de Coimbra; 2007. 177 p.
14. Germano MG, Lima IP, Silva AP. Pilha Voltaica: Entre rãs, acidentes e necessidades. *Cad. Bras. Ens. Fís.* 2012; 29(1): 145-155.
15. Tolentino M, Rocha-Filho RC. O Bicentenário da Invenção da Pilha Elétrica. *Química Nova Na Escola*. 2000; (11): 35-39.
16. Boni, RS. A pilha voltaica de Alessandro Volta (1745-1827): Diálogos e conflitos no final do século XVIII e início do século XIX [dissertação]. [São Paulo]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2007. 112 p.
17. Santos MEM, Reis NA, Wartha EJ, Silva EL. Abordagem contextual no ensino de Ciências: uma Ciências sobre eletricidade Pilhas e estrutura da matéria na formação de professores. Tercera Conferencia Latinoamericana del Grupo Internacional de Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias. Santiago; 2014. 8 p.
18. Santos MEM, Reis NA, Silva EL. Abordagem contextualista sobre conceitos de Eletricidade e Pilha: possíveis contribuições para a Formação Inicial de Professores na Universidade Federal de Sergipe. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ). Ouro Preto: Minas Gerais; 2014 ago. 12 p.