

HISTÓRIA DA CIÊNCIA, EXPERIMENTAÇÃO E VÍDEOS: INTRODUÇÃO AO CONTEÚDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

HISTORY OF SCIENCE, HANDS-ON ACTIVITIES AND VIDEOS: AN INTRODUCTION TO ELECTRIC CIRCUITS

Samira Arruda Vicente¹, José Antonio Ferreira Pinto², Ana Paula Bispo Silva³

Recebido: julho/2018 Aprovado: novembro/2019

Resumo: A abordagem histórica no Ensino de Ciências faz parte das agendas de pesquisa em ensino e educação de ciências há algumas décadas. Dentre as principais contribuições teóricas desta abordagem, encontram-se a possibilidade de discussão das diferentes interpretações de um mesmo fenômeno e as influências sobre e do trabalho científico. No entanto, ainda se encontra em aberto, *de que forma* a abordagem histórica pode ser levada para a sala de aula objetivando tais discussões. Neste trabalho apresentamos um relato de experiência da execução de uma proposta utilizando a história da ciência para ensinar o conteúdo de circuitos elétricos. Na elaboração da proposta foi utilizado o episódio histórico sobre a pilha de Alessandro Volta como tema principal e outros recursos relacionados a ele, como: trechos da história de “Frankenstein”, um vídeo sobre o contexto da invenção da pilha, e atividades experimentais. A proposta foi desenvolvida no terceiro ano do Ensino Médio de uma escola privada, finalizando com a elaboração de uma pilha elétrica, e iniciando o estudo de circuitos elétricos simples. O desenvolvimento da proposta aponta que o uso de diferentes recursos didáticos na abordagem histórica pode superar as possíveis limitações para sua inserção no ensino de ciências.

Palavras-chave: História da Ciência, Ensino de Ciências, Eletricidade, Alessandro Volta.

Abstract: The historical approach in science teaching has been part of the research agenda for the last decades. One of the contributions of this approach to science teaching is a discussion about the epistemological aspects of science. However, the better way to develop the historical approach in science classroom needs to be overcome. In this work we present a report on an experience of using historical approach in physics class to teach electric circuits. We elaborated an educational proposal using as main historical case study the invention of pile by Alessandro Volta and associated to it a video, a fiction history (Frankenstein) and historical experiments. The educational proposal was applied in the third year of a private high school. As a result, students developed interest on science and argumentative competences, relating the scientific content to the historical and nowadays context. The results of this proposal suggest that the use of different resources, could overcome the challenges to the historical approach in science teaching.

Keywords: History of Science. Science Teaching, Electricity, Alessandro Volta.

¹  <https://orcid.org/0000-0001-5578-5800> - Licenciada em Física pela UEPB. Professora do Colégio Menino Jesus, Queimadas, PB – Brasil; Mestranda em Ensino de Física pela UEPB. Endereço: Rua Emiliano Rosendo da Silva, 75, apto 204, bloco C, bodocongô, 58431-000, Campina Grande, PB-Brasil. E-mail: arrudasamirauepb@gmail.com

²  <https://orcid.org/0000-0001-9161-9950> - Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela UEPB. Professor da SEED-PB, Campina Grande, PB-Brasil e Doutorando em Ensino de Ciências pela USP, São Paulo. Endereço: rua maria de Souza Ribeiro, 33, catolé, 58410-475, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: pinto.jantoniof@gmail.com

³  <https://orcid.org/0000-0001-8465-0614> - Doutora em Ciências pela UNICAMP. Professora efetiva do Departamento de Física da UEPB, Campina Grande, PB-Brasil. Endereço: Rua Otacílio Nepomuceno, 695, apto 604B, catolé, 58410-160, Campina Grande, PB – Brasil. E-mail: anabispouepb@gmail.com; anabispo@uepb.edu.br.

1. Introdução

A utilização da abordagem histórica no Ensino de Ciências vem sendo apontada como uma das formas de proporcionar um ensino contextualizado, e que propicie a discussão não somente *da* ciência, mas também *sobre* a ciência. De acordo com a literatura existente na área, a abordagem histórica permitiria enfatizar problemas conceituais e epistemológicos das ciências, o que auxiliaria na formação de um aluno crítico, capaz de argumentar e opinar sobre o papel da ciência, conforme recomendam os documentos educacionais (FORATO, 2009; MARTINS, 2015; JARDIM e GUERRA, 2018).

Para que a abordagem histórica pudesse atingir tais objetivos educacionais, a história da ciência presente na proposta educacional precisaria apresentar a própria ciência de maneira não linear, destacando controvérsias, a influência de fatores socioculturais e diferentes interpretações para um mesmo fenômeno. Desta forma, poderia ser evitada a propagação de uma concepção de ciência neutra e que possui uma verdade inquestionável (GIL-PEREZ et. al., 2001; FORATO et. al, 2011). Este tem sido um dos desafios da inserção da abordagem histórica no ensino de ciências. Conciliar pressupostos historiográficos com objetivos educacionais requer várias competências do professor, bem como suas condições de trabalho e sua própria visão de ciência e de ensino de ciências (HÖTTECKE e SILVA, 2011)

Ciente destes desafios, a pesquisa envolvendo história da ciência e ensino de ciências tem enfatizado o desenvolvimento de propostas educacionais em que a abordagem histórica é feita utilizando-se diferentes recursos didáticos, como: experimentos históricos (PINTO e SILVA, 2017; SILVA et. al., 2018); leitura de fontes primárias (BOSS et. al., 2009; BATISTA et. al. 2015), associação com arte e cultura (GUERRA et. al.; 2013 JARDIM e GUERRA, 2018;), materiais paradidáticos, etc.. Espera-se assim evitar propostas que compreendam apenas a leitura de textos, os quais representam um obstáculo para os alunos da Educação Básica (OLIVEIRA e SILVA, 2012; SOUZA e SILVA, 2014).

Neste trabalho parte-se do pressuposto que uma proposta educacional em que a abordagem histórica fosse utilizada de diferentes formas poderia suprir tanto as recomendações educacionais quanto os pressupostos historiográficos. Sendo assim este trabalho relata uma experiência realizada no Terceiro Ano do Ensino Médio de uma Escola Privada em que foi utilizada uma sequência didática¹ com abordagem histórica e diferentes recursos didáticos. O trabalho de planejamento e execução da sequência didática correspondem ao trabalho de conclusão de curso de uma licencianda em Física.

Nos próximos itens apresentaremos alguns pontos principais do episódio histórico que foi utilizado como tema principal da abordagem histórica (*A invenção da pilha por Alessandro Volta*), como a sequência didática foi planejada, e os resultados do seu desenvolvimento em sala de aula. Cabe salientar que a professora que planejou e executou a sequência didática também foi a responsável pela elaboração de todos os recursos utilizados nela (VICENTE e SILVA, 2018).

¹ Entendemos sequência didática ou proposta didática o conjunto de aulas e atividades a serem desenvolvidas durante um certo número de encontros com o objetivo de apresentar um conteúdo previsto no currículo. A sequência didática pode adotar mais de um tipo de abordagem e vários recursos didáticos, dependendo dos objetivos educacionais estabelecidos.

Portanto, independente do resultado com os alunos da educação básica, o planejamento e elaboração da sequência contribuiu para superar um dos desafios na utilização da abordagem histórica, pois complementou a formação da professora, habilitando-a para o desenvolvimento de atividades semelhantes durante o exercício da profissão.

2. Episódio histórico: A invenção da pilha por Alessandro Volta¹

A invenção da pilha se deu no século XVIII, época de grandes transformações econômicas, políticas e sociais e que de alguma forma influenciaram a ciência. Com a revolução industrial na Inglaterra, a revolução francesa e outras transformações por que passava a Europa, alguns estudos científicos passaram a ser mais relevantes. De acordo com Roberts (1999, apud Jardim et al. 2017), o número de pessoas que estava fora de instituições e que desejava aprender e conhecer mais sobre os experimentos de física era impressionante.

Estudos sobre eletricidade tiveram um destaque maior nesse período, justamente por proporcionarem um espetáculo, sendo divulgados em diferentes espaços. São famosos nesse período o experimento de Nollet, o “beijo elétrico” e até mesmo a utilização de descargas elétricas para tratamentos de saúde (JARDIM e GUERRA, 2018; MOURA, 2018) No entanto, pouco se sabia sobre a natureza da eletricidade ou o porquê de tais fenômenos acontecerem. Por exemplo, não se sabia se a eletricidade por atrito era de mesma natureza que aquela dos raios, afinal para a primeira eram observados os fenômenos de atração e repulsão, o que não era observado durante um raio. Com o conhecimento de novos animais e plantas que vieram de países colonizados, apareceu um “novo” tipo de eletricidade que passou a instigar os filósofos naturais: a eletricidade presente em peixes e animais.

Peixes elétricos foram investigados por Laura Bassi (1711 – 1778) e seu esposo Giuseppe Veratti; e depois por Luigi Galvani (1737 - 1798), médico residente em Bologna. Segundo a hipótese de Galvani, que realizou o conhecido experimento com as rãs, a eletricidade existia dentro do animal (MARTINS, 2000).

Essa teoria se difundiu até chegar ao conhecimento de Alessandro Giuseppe Antonio Volta (1745 - 1827) em meados de 1792. Num primeiro momento, Volta aceitou os resultados de Galvani, mas no fim de 1793, ele passou a não aceitar e duvidar de que a eletricidade seria uma propriedade do animal. Durante sua investigação, ele questionou sobre qual seria a descarga² mínima capaz de fazer a rã saltar e assim suspeitou que o animal pudesse estar funcionando com um eletroscópio³ muito sensível (BROWN, 2007; BONI, 2007). Porém, alguns amigos o incentivaram a reproduzir os experimentos citados por Galvani. Ao realizar os

¹ Há vários trabalhos em português que discutem a invenção da pilha por Alessandro Volta. Para mais detalhes, sugerimos a leitura Martins (1999; 2000; 2007); Boni (2007), Pancaldi (2003) e Jardim e Guerra (2018). As biografias de Galvani e Volta podem ser obtidas em Brown (2007) e Heilbron (2007). Os trabalhos de Galvani (rã) e de Volta estão traduzidas para o português e disponível em Magnaghi e Assis (2008), Guerra e Forato (2015).

² Descarga da garrafa de Leyden, que funcionava como uma bateria.

³ Aparelho sensível que utilizava palha de ouro (Heilbron, 2007, p. 256)

experimentos, Volta não obteve êxito inicialmente, mas ainda fez sucessivas tentativas, até conseguir observar a reação que Galvani havia descrito (HEILBRON, 2007).

Realizando outros experimentos, e inclusive construindo novos instrumentos para dar andamento a sua investigação, Volta entendeu que cada metal apresentava características de afinidade ou atração de acordo com a eletricidade. Compreendeu que dois metais podem se atrair de maneiras diferentes e apresentarem eletricidade positiva e negativa (MARTINS, 1999).

A partir dessa ideia, ele empilhou algumas dúzias de placas de prata e zinco de mesma largura, fazendo uma sequência de prata, zinco e papel umedecido em água salgada (o papel ele cortou pouco menor que as demais, servindo como condutor), de tal maneira a formar uma coluna de pilhas. Essa coluna estando composta por esse arranjo de três materiais (uma célula), totalizando cerca de vinte células e estando com uma estrutura firme, poderia provocar faíscas. O choque poderia ser sentido com melhor eficácia se a pele estivesse molhada ao tocar o instrumento. Volta observou que aumentando o número de células dessa pilha, era possível reproduzir choques ainda maiores¹ (MAGNAGHI e ASSIS, 2008).

O novo instrumento construído por Volta foi denominado pilha. Mesmo a pilha sendo reconhecida como uma grande invenção, que possibilitou a observação de novos fenômenos, ela ainda não solucionava a natureza da eletricidade².

Este estudo de caso histórico, ou episódio histórico, foi utilizado como tema principal da sequência didática. No entanto, ao invés de trazê-lo na forma de texto, optamos por utilizar um vídeo, o qual foi interrompido em várias partes para fazer questionamentos. No vídeo é destacada a controvérsia entre Galvani e Volta através da encenação feita por alunos de graduação e também são reproduzidos, em animação ou experimentalmente, os principais instrumentos históricos citados na narrativa (eletróforo e pilha). O vídeo está disponível nas redes sociais³.

3. A elaboração da sequência didática

A sequência didática utilizada nesta proposta tem como principal referencial teórico o sócio construtivismo, com destaque para as interações que ocorrem em sala de aula entre alunos, aluno-professor e alunos-material didático (CARVALHO, 2013). A história da ciência e a experimentação são utilizadas como abordagens (abordagem histórica e investigativa), considerando o estudo de caso histórico como ponto de partida para a discussão dos conteúdos e de aspectos sobre a própria ciência. Como recursos didáticos, utilizamos vídeos, réplicas de instrumentos históricos e materiais de baixo custo para a atividade experimental.

O objetivo principal da sequência didática foi discutir o conceito de eletricidade e como é possível existir diferentes interpretações para o mesmo fenômeno. O vídeo buscou destacar a controvérsia entre Galvani e Volta para mostrar que fenômenos podem ter mais de uma

¹ O funcionamento da pilha se dá por uma reação química (GERMANO et. al, 2012), o que parecia bem diferente da eletricidade por atrito. Além disso, ela fornecia eletricidade por um tempo maior que as garrafas de Leyden.

² Devido ao espaço não avançaremos no episódio histórico, o qual está descrito no vídeo utilizado na atividade.

³ Link para o vídeo no youtube: <https://youtu.be/ztOWhDu7yUU>. Acesso em 25/05/2020.

interpretação e que esta interpretação está relacionada aos conhecimentos prévios e ao contexto do cientista. Os experimentos foram utilizados de maneira investigativa, como problemas em aberto, sem roteiros procedimentais, estimulando a investigação por parte do aluno (abordagem histórico-investigativa). O trecho de ficção científica tinha por objetivo associar o conteúdo científico à algum fato/conhecimento comum dos alunos. O mapa conceitual teve por objetivo sistematizar o conhecimento obtido e averiguar dúvidas quanto ao que tinha sido ensinado.

A professora da turma foi responsável por todas as etapas e recursos que constituem a proposta, levando cerca de dois anos para finalizar seu planejamento (pesquisa histórica, elaboração da narrativa, elaboração do vídeo, planejamento dos experimentos, planejamento da sequência) e seis meses para executá-la e analisar seus resultados. A seguir será descrito o planejamento da proposta, e a descrição dos encontros.

4. Planejando a sequência didática

Para o planejamento da sequência didática, optamos pelo modelo de laboratório construtivista de Rosa e Rosa (2012), adaptado para poder explorar questões relacionadas à abordagem investigativa utilizando experimentos históricos. Nesta adaptação, considera-se que conhecer a narrativa histórica associada ao experimento pode trazer mais elementos problematizadores para os alunos, bem como a possibilidade de rever seus resultados diante dos problemas enfrentados pelo cientista em seu contexto histórico (PINTO, SILVA; 2017; PINTO et. al., 2017). Quanto ao modelo de Rosa e Rosa (2012), destacamos a possibilidade de avaliar e rever o percurso, podendo retomar as atividades e as ações para acompanhar os alunos.

Também consideramos a importância de o aluno desenvolver conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998). Nos conceituais, objetivou-se que o aluno compreendesse os conceitos abordados de maneira que fosse capaz de entender que os diferentes efeitos manifestados nos fenômenos elétricos tinham uma mesma causa. Nesse sentido, o problema inicial apresentado pressupunha uma discussão que buscasse uma postura questionadora e analítica por parte dos estudantes, ao tentar estabelecer hipóteses e problemas relacionados ao trecho da ficção científica. Nesse momento, esperava-se estabelecer quais e como os conhecimentos científicos seriam associados pelos estudantes ao contexto da ficção; esses dados seriam tomados como ponto de partida para a sequência das atividades que visavam a aprendizagem conceitual.

Nos procedimentais, proporcionou-se um ambiente no qual fosse possível realizar uma ação em conjunto, ou seja, a montagem do eletróforo e da pilha, utilizando os conhecimentos adquiridos no processo conceitual. Cabe salientar o papel protagonista dos estudantes ao buscar soluções para a construção e funcionamento tanto do eletróforo quanto da pilha.

Por fim, no desenvolvimento de conteúdos atitudinais, visamos observar quais seriam as atitudes tomadas pelos alunos, diante da ação realizada. A interatividade prevista no conjunto dessas atividades, tanto no que concerne às discussões teóricas do episódio histórico, quanto nas produções experimentais, foram ambientadas de forma a buscar estabelecer uma relação

horizontal entre estudantes e professor, construídas a partir de um cenário didático investigativo.

Apresentamos no Quadro 1, o plano de ensino de maneira sucinta e, em seguida, descrevemos cada um dos encontros¹.

Quadro 1 – Descrição do plano de ensino. (Fonte: Próprio Autor)

Encontros	Aula	Abordagem Temática
Encontro I	Aula I – Contextualização acerca da existência de uma eletricidade humana em estudos do século XVIII. (01 hora – aula)	<p>1 - Usando o recorte da história de Frankenstein, levantar uma discussão sobre se existe a possibilidade de a eletricidade desempenhar um papel na ressuscitação do “monstro”.</p> <p>2 – Utilizar a mídia “videoteca – “A Pilha de Alessandro Volta”, como apoio inicial à apresentação histórica da discussão;</p> <p>3 – Apresentar aos alunos o quadro de ideias² como atividade de casa e sugerir fontes de pesquisa sobre a existência ou não de uma eletricidade humana/animal.</p>
Encontro II	Aula II e III – Compartilhamento dos resultados das pesquisas. (02 horas – aulas)	<p>1 – Debate sobre as pesquisas e apresentação dos argumentos;</p> <p>2 – Continuar usando a mídia para trabalhar as controvérsias entre Galvani e Volta sobre a eletricidade animal;</p> <p>3 – Estudo do funcionamento do eletróforo. Os alunos serão apresentados à execução e explicação do instrumento conforme seu conhecimento prévio;</p> <p>4 – Apresentar o questionamento “A eletricidade do eletróforo é a mesma encontrada na rã?”.</p>
Encontro III	Aula IV – Estudo da relação Eletróforo e Pares Metálicos e a conclusão sobre a eletricidade animal. (01 hora – aula)	<p>1 – Através de um mapa conceitual, explicar a relação e análise dos estudos de Volta sobre a eletricidade animal;</p> <p>2 – Questionamento sobre os pares metálicos e eletróforo: “Qual a utilidade desses pares metálicos, que já não fosse possível com o eletróforo?”.</p>

¹ Observamos que por tratar-se de planejamento, ou algo que ainda se espera que vai acontecer, as ações estão relatadas no futuro.

² Anexo 1.

Encontro IV	Aula V e VI – Surgimento do instrumento que se tornaria a pilha elétrica. (02 horas – aulas)	<ol style="list-style-type: none">1 – Ainda com a mídia, apresentar a primeira pilha e reproduzir uma com material de baixo custo;2 – Introduzir a ideia de circuito simples usando a pilha elaborada;3 – Partindo desse instrumento (pilha como circuito simples), apresentar os conceitos de corrente elétrica, corrente contínua, resistores, capacitores, etc.
-------------	--	--

Encontro I (aula I – 45 minutos) – este encontro foi dividido em três momentos. No primeiro momento, partindo de um recorte sobre a história de Frankenstein (de Mary Schelley), considerada a primeira obra de ficção científica, a turma participará de um debate inicial a partir das seguintes questões: “Será possível construir um “ser” como o criado pelo Dr. Frankenstein?”, “O que poderia ter dado vida ao personagem além das habilidades do seu criador?”, “Teria o ser humano uma eletricidade interna capaz de lhe conceder a vida, bastando apenas um estímulo para isso?”.

No segundo momento será feito o uso do vídeo “Videoteca – A pilha de Alessandro Volta”, no qual serão apresentados trechos intercalados dessa história trabalhando a investigação e a reflexão sobre os problemas e questionamentos científicos. Ainda nesse momento, os alunos continuarão a assistir o vídeo, e se discutirá a relação de uma suposta eletricidade animal e a capacidade do ser humano de produzir uma eletricidade própria.

No terceiro e último momento, com base nesse trecho de mídia e na abordagem inicial sobre Frankenstein, os alunos receberão um quadro de ideias (ANEXO 1) e serão divididos em grupos. O quadro de ideias envolverá um problema acerca das discussões realizadas em sala e buscará com que os alunos se posicionem através de argumentos, na tentativa de solucionarem esse problema, relacionando-o aos questionamentos iniciais da aula. Serão indicadas como fonte de pesquisa alguns sites, revistas e artigos.

Encontro II (aula II e III – 90 minutos) – este encontro foi dividido em quatro momentos. No primeiro serão apresentadas as defesas das pesquisas sobre a aula anterior, cada grupo apresentará seu posicionamento sobre os apontamentos e questionamentos levantados.

No segundo momento retornarão ao vídeo, desta vez observando como se deu a disputa para confirmar ou refutar a ideia de uma eletricidade animal, através da apresentação da controvérsia de Alessandro Volta e Galvani.

No terceiro momento, com o desenrolar do vídeo aparecerá um instrumento conhecido como eletróforo, o qual os alunos conhecerão pela apresentação de uma réplica e desenvolverão estudos sobre o seu funcionamento, usando eletróforos já pré-elaborados pela professora, com materiais de baixo custo. Em seguida, apresentarão conclusões sobre o funcionamento do instrumento a partir de seus conhecimentos prévios.

No quarto momento retornarão ao vídeo, em que será exposto a explicação conceitual sobre o instrumento estudado. Um novo questionamento será feito aos alunos: “Seria a mesma eletricidade, a do eletróforo e a rã de Galvani?”, “Poderia a rã possuir eletricidade?”.

Encontro III (aula IV - 45 minutos) - este encontro foi dividido em dois momentos. Primeiro momento os alunos apresentarão as respostas aos questionamentos realizados no final da última aula, e a professora desenvolverá um mapa conceitual (ANEXO 2) exposto no quadro branco, com explicações sobre a relação das placas metálicas e os estudos de Volta.

No segundo momento, dando continuidade ao processo investigativo, novos questionamentos serão realizados, novamente relacionando o contexto problematizador inicial: “As placas são capazes de gerar eletricidade?”, “Existiria uma maneira de otimizar esse recurso?”, “Poderia aproveitar essa eletricidade?”, “Seria possível criar um Frankenstein?”. Como atividade de casa, os alunos deverão elaborar um mapa conceitual, tomando como exemplo o que foi feito em sala de aula, articulando os elementos trabalhados nas aulas até então, de maneira a construir relações que apontam respostas para esses questionamentos.

Encontro IV (aula V e VI – 90 minutos) - este encontro foi dividido em dois momentos. No primeiro, os alunos retornarão ao vídeo para a continuarem assistindo as explicações sobre a pilha e serão desafiados a elaborarem uma usando materiais de baixo custo. Serão disponibilizadas aos alunos algumas moedas de cobre e arruelas de zinco; com o auxílio do professor e com o apoio do próprio relato sobre como a pilha foi construída por Alessandro Volta (MAGNAGHI e ASSIS, 2008), os grupos irão tentar construir sua própria pilha.

No segundo momento, após os alunos terem elaborado o instrumento, serão apresentados ao conceito de circuito elétrico simples, cuja abordagem será realizada nas aulas seguintes. As demais aulas serão subsidiadas por livros didáticos, associando os componentes de um circuito simples, com a pilha de Volta. Conceitos como resistores, capacitores e corrente poderão ser trabalhados.

5. Relato da implementação da proposta

A seguir, será descrito como se deu a execução da proposta. A sequência didática (SD) foi desenvolvida no Colégio privado Menino Jesus, situado na cidade de Queimadas – PB, em uma turma de 3º Ano do Ensino Médio, durante o segundo bimestre do ano letivo 2018. A turma era composta por 15 estudantes, sendo 9 meninas e 6 meninos com faixa etária entre 15 e 16 anos. As aulas de física são ministradas nas quintas e sextas-feiras nesta instituição; a atividade teve duração de cinco (05) encontros – 6 aulas, os quais sofreram algumas modificações em relação ao que foi previsto no Quadro 1. A SD foi ministrada pela professora regente (uma das autoras deste trabalho). A descrição das aulas seguiu, aproximadamente, o que foi descrito no planejamento.

4.1 Encontro I – aula I (26/04/2018)

O ponto de partida dessa aula foi através de um recorte sobre a história de Frankenstein. Durante o diálogo da história, alguns alunos pronunciaram-se para se certificarem se o conto era algo fictício. Ao término da história, quando questionados sobre se “Seria possível criar algo

dessa natureza?”, alguns alunos se mantiveram em silêncio pensativos outros de imediato afirmaram que seria pouco provável. No entanto, ao assistirem os trechos selecionados do vídeo os alunos associaram a eletricidade animal à recursos que utilizamos atualmente, como o desfibrilador. Portanto, a forma como o encontro se desenvolveu permitiu não somente discutir como a eletricidade influenciou na elaboração de uma obra de ficção científica, como também aproximar o aluno do conteúdo a ser tratado, na medida em que ele foi capaz de associar a algo presente em seu próprio contexto.

4.2 Encontro II – aula II e III (27/04/2018)

O ponto de partida desta aula foi a apresentação dos grupos sobre os questionamentos do quadro de ideias. Os alunos não conseguiram encontrar um consenso sobre a natureza da eletricidade nos animais, o que acabou por servir para apresentar a controvérsia entre Galvani e Volta e mostrar-lhes que há sempre mais de uma interpretação para um fenômeno, o que se encontrava destacado no vídeo com a interpretação dos atores. Durante essa aula também os alunos observaram uma réplica do eletróforo de Volta (Figura 1) e tentaram compreender seu funcionamento utilizando os instrumentos similares entregue pela professora.



Fig. 1: A réplica do eletróforo apresentada aos alunos. Os alunos reproduziram o instrumento usando vasilhas de papel alumínio e plástico, semelhante ao experimento feito em Pinto, Silva e Pinto (2018). Fonte: autores

Os alunos tiveram dificuldades em carregar o eletróforo, o que tornou a aula ainda mais rica e estimulou-os a tentar entender o que estava acontecendo, e se esse fenômeno era de mesma natureza da eletricidade animal.

A utilização do experimento sem um roteiro pré-determinado mostrou-se muito importante para o desenvolvimento de conteúdos procedimentais, pois os alunos foram estimulados a estabelecer uma sistematização para tentar encontrar como o instrumento funcionava e por quê. Tal fato corrobora a importância que vem sendo dada à abordagem histórica-investigativa como possibilidade de desenvolvimento de competências argumentativas (BATISTA e SILVA, 2018)

4.3 Encontro III – aula IV (03/05/2018)

Durante esta aula a professora desenvolveu um mapa conceitual no quadro branco que teria três propósitos: i) ensinar como construir um mapa conceitual; ii) ajudar a compreender o

processo que haviam estudado de maneira objetiva; iii) explicar a relação das placas metálicas e os fenômenos observados na rã e no eletróforo. Como atividade em grupo os alunos deveriam reproduzir um mapa conceitual que respondesse ao problema “As placas produzem eletricidade?”, “Existe uma maneira de aproveitar essa eletricidade?”. No entanto, esta aula foi prejudicada pelo envolvimento dos alunos com outras atividades da escola.

4.4 Encontro IV – aula V (10/05/2018)

Durante essa aula foi reproduzida a continuação do vídeo e assistido até o final. O trecho apresentava as ideias e estudos de Volta e sobre como ele chegou ao desenvolvimento da primeira pilha, mostrando suas dúvidas quanto à natureza da eletricidade. Os alunos foram então levados a construir sua própria pilha utilizando materiais de baixo custo e a partir da leitura da carta de Volta descrevendo seu instrumento e as imagens que foram mostradas no vídeo. Mais uma vez, a atividade experimental utilizando a abordagem histórica auxiliou na compreensão de aspectos conceituais e epistemológicos, pois ficou claro que o instrumento inventado por Volta não implicava no esclarecimento da natureza da eletricidade. Foi possível concluir isso porque os alunos conseguiram, ao mesmo tempo, reproduzir a pilha a partir do relato histórico (Figura 2), e explicar seu funcionamento.



Figura 2: À esquerda está a réplica da pilha de Volta. À direita temos a pilha elaborada pelos alunos a partir do relato de Volta, usando moedas, arruelas e papel umedecido em água salgada. Fonte: autores.

6. Considerações

Os recursos utilizados na sequência didática possibilitaram atingir os objetivos de uma abordagem histórica no ensino, uma vez que envolveram a discussão da ciência e também sobre a ciência, enfatizando as controvérsias e complexidade do conhecimento científico. A inserção dos experimentos históricos como experimentos investigativos envolveu os alunos, dando-lhes a oportunidade de construir hipóteses e testá-las. A utilização do vídeo para a apresentação do episódio histórico, no lugar da narrativa escrita, superou a resistência dos alunos à leitura de textos, e também auxiliou na compreensão do contexto histórico em que se deu a invenção da pilha devido aos recursos utilizados.

Portanto, pode-se concluir que a utilização de diferentes recursos na sequência didática com abordagem histórica permite superar alguns dos desafios desta abordagem, ao mesmo tempo em que se constitui numa proposta educacional que contextualiza o Ensino de Ciências.

É importante ressaltar que um dos principais pontos positivos desta proposta foi o envolvimento da professora em todas as etapas do planejamento da sequência, e também na elaboração dos recursos. Este envolvimento permitiu que a professora tivesse mais segurança no desenvolvimento da sequência, orientando os alunos e promovendo um ambiente de interação e troca de ideias.

7. Referências

BONI, R. S. **A pilha de Alessandro Volta (1745-1827): Diálogos e Conflitos no final do século XVIII e início do século XIX.** Dissertação de Mestrado da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007, São Paulo. p. 01 – 102.

BROWN, T. M. Galvani, Luigi. In: BENJAMIN, Cesar (org). **Dicionário de Biografias Científicas.** 2 V., Rio de Janeiro: Contraponto, 2007, p. 974 – 976.

BATISTA, G. L. F.; DRUMMOND, J. M. H. F.; FREITAS, D. B. Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 663-702, 2015.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa o ensino de ciências, **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 97-110, 2018.

BOSS, S. L. B.; SOUZA, M. P. F.; CALUZI, J. J. Fontes primárias e aprendizagem significativa: aquisição de subsunçores para a aprendizagem do conceito de carga elétrica. **Anais do Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências—ENPEC**, v. 7, 2009.

CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. History and Nature of Science in High School: Building Up Parameters to Guide Education Materials and Strategies. **Science & Education** v.21, p 657-682, 2012.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência com saber escolar: um estudo de caso a partir a história da luz.** 2009. Tese (doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

GERMANO, M. G.; LIMA, I. P. C.; SILVA, A. P. B. Pilha voltaica: entre rãs, acasos e necessidades. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 145-155, 2012.

GUERRA, A., FORATO, T. C. Galvani. In: SILVA, A. P. B.; GUERRA, A. (orgs.) **História da ciência e ensino: fontes primárias e propostas para sala de aula.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. Coleção Contextos da Ciência. v.1, p. 18-23.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Abordagem cultural da física: discussão sobre o uso de linguagens diferenciadas no ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 01686-1690, 2013.

HEILBRON, J. L. Alessandro Volta. In: BENJAMIN, Cesar (org). **Dicionário de Biografias Científicas**. 3 V., Rio de Janeiro: Contraponto, 2007, p. 2552 – 2565.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: An analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Práticas científicas e divulgação de conhecimentos sobre eletricidade no século XVIII e no início do século XIX: possibilidades de uma abordagem histórica da pilha voltaica na educação básica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. República das Letras, Academias e Sociedades Científicas no século XVIII: a garrafa de Leiden e a ciência no ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 774-797, 2017.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

MARTINS, R. A. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. **Acta Scientiarum**. v.21, n. 4, p. 823-835, 1999.

MARTINS, R. A. O contexto da invenção e divulgação da pilha elétrica por Alessandro Volta. Pp. 285-290, in: GOLDFARB, José Luiz & FERRAZ, Márcia Helena Mendes (eds.). **Anais do VII Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia e da VII Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e a Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas**. São Paulo: Sociedade Brasileira de História da Ciência / EDUSP, 2000.

MAGNAGHI, C. P.; DE ASSIS, André Koch Torres. Sobre a eletricidade excitada pelo simples contato entre substâncias condutoras de tipos diferentes uma tradução comentada do artigo de volta de 1800 descrevendo sua invenção da pilha elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 118-140, 2008.

MOURA, B. A. As contribuições de Benjamin Franklin para a eletricidade no século XVIII. **Física na Escola**, v. 16, n. 2, p. 27-35, 2018.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. A História da Ciência no Ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, 2011, p. 1 – 12.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. História da ciência e ensino de física: uma análise meta-historiográfica. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.p. 41-64.

PANCALDI, G. **Volta. Science and culture in the age of enlightenment**. Princeton: Princeton University, 2003.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PINTO, J. A. F.; SILVA, A. P. B. Quadros teóricos-didáticos na perspectiva de design research: uma nova abordagem para o uso da história da ciência e experimentação no ensino de física. **XII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Carlos - São Paulo p. 1-8, 2017.

PINTO, I. K. L. S.; SILVA, A. B.; PINTO, J. A. F. Entre o planejamento e a execução: desafios de uma abordagem histórica para ensinar eletrostática. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 192-211, 2018.

ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: Proposta de organização do roteiro para aulas de física. **Física na Escola**, v. 13, n.1, p. 4-9, 2012.

SILVA, A. P. B.; PINTO, J. A. F.; FERREIRA, E. J. B. Design and implementation of a lesson plan for high school students: a case study with Oersted's experiment. In: PRESTE, M. E. B.; SILVA, C. C. (orgs). **Teaching Science with Context**. Netherlands: Springer, 2018. p. 327-339.

SOUZA, R. S.; SILVA, A. P. B. Posicionamento dos alunos diante a inserção da história da ciência em sala de aula: entre o ler e o fazer. **Anais. 14º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia**. Belo Horizonte/ MG, outubro/2014.

VICENTE, S. A.; SILVA, A. P. B. Parâmetros para trabalhar com a história da ciência numa abordagem midiática. In: SILVA, A. P. B.; SILVEIRA, A. F. (orgs.). **História da Ciência e Ensino: propostas para a sala de aula**. Vol. 3. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018. P. 337-360.

9. Anexo 1

QUADRO DE IDEIAS

Teria o nosso corpo a capacidade de reagir ou produzir algum tipo de eletricidade, seria mesmo possível nossos movimentos serem regidos por uma eletricidade própria?

Hipóteses:

Argumentos:

Sugestões de pesquisa

<http://g1.globo.com/goias/noticia/2011/11/corpo-de-menino-de-8-anos-atrai-objetos-metalicos-em-goiania.html>

<http://noticias.terra.com.br/educacao/vocesabia/interna/0,,OI3329461-EI8410,00.html>

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/eletricidade-humana-nosso-corpo-produz-eletricidade/52290>

<https://www.blogs.unicamp.br/ciencianerd/2017/04/30/poderes-eletricos-no-mundo-real/>

<http://blog.inbep.com.br/consequencias-da-eletricidade-no-corpo-humano/>

10. Anexo 2

