



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

SAMIRA ARRUDA VICENTE

**A PILHA DE VOLTA: UMA INTERVENÇÃO HISTÓRICO-
PROBLEMATIZADORA E MIDIÁTICA**

**CAMPINA GRANDE
2018**

SAMIRA ARRUDA VICENTE

**A PILHA DE VOLTA: UMA INTERVENÇÃO HISTÓRICO-
PROBLEMATIZADORA E MIDIÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Graduação em Física.

Área de concentração: História da Física

Orientador: Prof. Me. José Antonio Ferreira Pinto.

Coorientador: Prof. Dr^a. Ana Paula Bispo da Silva.

**CAMPINA GRANDE
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

V632p Vicente, Samira Arruda.
A pilha de Volta [manuscrito] : uma intervenção histórico-problematizadora e midiática / Samira Arruda Vicente. - 2018.
68 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

"Orientação : Prof. Me. José Antonio Ferreira Pinto , Coordenação do Curso de Física - CCT."

"Coorientação: Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva , Coordenação do Curso de Física - CCT.""

1. História da Ciência. 2. Ensino de Ciências. 3. Eletricidade. 4. Alessandro Volta.

21. ed. CDD 537

SAMIRA ARRUDA VICENTE

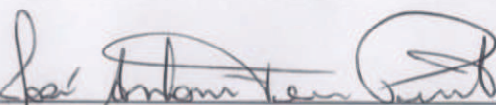
**A PILHA DE VOLTA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA HISTÓRICO-
PROBLEMATIZADORA E MIDIÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em
Licenciatura em Física da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Graduação em Física.

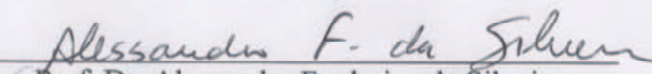
Área de concentração: História da Física

Aprovada em: 19/06/2018.

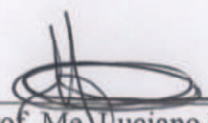
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. José Antonio Pinto (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Luciano Feitosa do Nascimento
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

Ao meu c4njuge, pela dedica44o, companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir discernimento e sabedoria durante essa trajetória.

À minha mãe, por mesmo sem compreender os desafios acadêmicos se fez auxiliadora nos momentos mais difíceis.

Ao meu esposo, que sempre me deu apoio para trilhar esse caminho e esteve me ajudando a erguer a cabeça nos momentos de desânimo e fraqueza.

À minha família, por compreenderem os motivos de minhas ausências, principalmente aos meus sobrinhos Ana Beatriz e Gabriel Gomes, os quais sempre esperavam o momento oportuno para conversar e desejar minha atenção.

À professora Ana Paula Bispo da Silva pela co-orientação, e por estar me guiando desde os primeiros períodos da Licenciatura, dando oportunidades que enriqueceram-me como profissional e, mesmo a distância, contribuiu para esse momento.

Ao professor José Antonio Pinto pela orientação, que sem dúvida foi um grande amigo, obrigada por sua paciência e dedicação com esse meu projeto.

Ao professor Alessandro Frederico, que também contribuiu neste projeto e que me abriu oportunidades em seus projetos.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Física, pois todos de alguma forma contribuíram para minha formação tanto intelectual como moral e profissional.

Ao Grupo de História da Ciência em Ensino (GHCEN), no qual aprendi muito à cada encontro e pelo apoio de todos durante a execução de meus trabalhos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelas oportunidades.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio em disponibilizar Programas como o PIBID (Programa de Iniciação à Docência) em que pude participar e aprender valorosas lições.

À Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), por me “hospedar” durante esses anos na instituição, mesmo em meio a problemas, tem conseguido manter um bom nível acadêmico, pois abre portas para bons profissionais como os que tive.

Aos meus amigos e amigas, que estiveram comigo nessa jornada: Marcelo Gomes, Aelson Lima, Pedro Emanuel, Renato Ordonho, Daniele Maria, Marciana Cavalcante, Ingrid Kelly, Janaína Damásio e “Seu” João, meu muito obrigada pelos momentos de amizade e apoio.

“Se cheguei até aqui é porque me apoiei nos ombros de gigantes.” Sir Isaac Newton.

RESUMO

A inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências ainda enfrenta vários desafios, apesar do crescente número de pesquisas envolvendo propostas e justificativas. Dentre os desafios está o de associar a pesquisa historiográfica com a pesquisa educacional, de forma a evitar distorções históricas ao mesmo tempo em que se coloca em destaque a necessidade de pensar a sala de aula, principalmente aquela da Educação Básica. O presente trabalho tem por objetivo, a partir da elaboração de uma narrativa histórica utilizando o episódio histórico de Alessandro Volta (A Pilha), inserir recursos didáticos de natureza experimental e midiática numa proposta didática para turmas de terceiro ano médio. Foram planejados quatro encontros, sendo dois de 45 minutos e dois de 90 minutos, de maneira intercalada, para a aplicação da proposta. No primeiro encontro partimos de um recorte de “Frankenstein” para trabalhar os estudos sobre a eletricidade animal que surgiram por volta de 1770 sob o comando de Laura Bassi (1711 – 1778) e Luigi Galvani (1737 – 1798), como forma de contextualizar e situar o aluno sobre as investigações científicas. Junto à problematização, usamos uma mídia, desenvolvida e construída em uma das fases da pesquisa e que orientou e permeou as discussões ao longo da intervenção na sala de aula. No segundo encontro utilizamos um experimento científico, o eletróforo; em seguida trabalhamos a controvérsia entre Galvani e Alessandro Volta (1745 – 1827) sobre a existência ou não de uma eletricidade animal. No terceiro encontro focamos na relação entre pares metálicos e o experimento realizado por Galvani (dissecar uma rã e submeter a choques elétricos) e o experimento realizado por Volta (uso do eletróforo). No último momento os alunos desenvolveram uma pilha elétrica segundo as descrições de Volta apresentadas através de uma carta a Sociedade Real e iniciamos o estudo de circuito simples caracterizando as semelhanças como a pilha elaborada. Concluindo, o uso de diferentes abordagens metodológicas pode superar as possíveis limitações de seu uso isolado no ensino, e foi corroborada pelos resultados da aplicação das atividades e dos momentos de discussão.

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

ABSTRACT

Notwithstanding the increasing number of proposals in the last years, research on history and philosophy of science and science teaching still has to overcome challenges to its effectiveness. Some of these challenges are related to the relationship between the historical and the educational research. From the former, the focus is on the diachronic history; from the last, the demotivated science classes in High School and the lack of effective proposals to change them. This work address to supply the gap of educational proposals which associate history of science, media resources and hands-on activities in inquiry-based science classes. The historical case study chosen was Alessandro Volta and his electric pile. It was planned and executed four lessons, totalizing 180 minutes of physics' classes. In the first lesson, scenes of the movie "Frankenstein" was used to introduce the subject 'human electricity'. This introduction intended to present the 18th century studies of Laura Bassi (1711-1778) and Luigi Galvani (1737-1798) on animal electricity. A special video was used as inquiry-based resource. The video was elaborated by the teacher in previous research on history of science and it provided the debates during all the lessons. During the second lesson was performed a hands-on activity on the electrophorus and the group debated about the controversy between Galvani and Alessandro Volta (1745-1827) on the existence of animal electricity. In the third lesson, we focused on Galvani's and Volta's experiments to demonstrate the nature and origins of electricity. In the last lesson, students developed their own electric pile using Volta's original description to Royal Society, after this, the content on electric circuits was introduced. As result of the execution, we concluded that educational purposes which associate different resources can overcome the challenges to associate the historical and educational research, as well as, to improve the motivation in science classes.

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

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Contrações Musculares.....	21
Figura 2 – Eletróforo de Volta.....	24
Figura 3 – Coroa de Copos.....	26
Figura 4 – Materiais para a Construção da pilha.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	A História da Ciência e a Mídia	12
2.2	A Mídia e o Ensino de Ciências.....	13
2.3	Atividade Experimental associada à História da Ciência.....	14
2.4	Episódio Histórico – A Pilha de Alessandro Volta.....	15
2.4.1	As Transformações do Século XVIII.....	15
2.4.2	Os estudos sobre eletricidade.....	18
2.4.3	Luigi Galvani (1737 - 1798).....	19
2.4.4	Alessandro Giuseppe Antonio Anastácio Volta (1745 - 1827).....	20
2.4.5	Prelúdio para a Pilha.....	20
3	METODOLOGIA	26
3.1	Elementos para a elaboração de um recurso audiovisual.....	27
3.2	Elementos para um Laboratório Problematizador	28
4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	29
5	SEQUÊNCIA DIDÁTICA – DA TEORIA À PRÁTICA	33
5.1	Execução da Proposta.....	33
5.1.1	Encontro I.....	34
5.1.2	Encontro II.....	35
5.1.3	Encontro III.....	37
5.1.4	Encontro IV.....	37
5.1.5	Encontro V.....	38
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	45
	Apêndice A –	48
	Apêndice B –	49
	Apêndice C –	53
	Apêndice D –	54
	Apêndice E –	55
	Apêndice F –	56
	Apêndice G –	58
	Apêndice H –	59
	Apêndice I –	60
	Apêndice J –	62
	Apêndice K -	63
	Apêndice L -	65
	Anexo A –	66
	Anexo B –	68

1 INTRODUÇÃO

A presente monografia foi elaborada como resultado de algumas pesquisas realizadas durante o curso de graduação em Licenciatura em Física. Esses estudos ocorreram através de projetos vinculados à Pró-reitora de Extensão e Assuntos Comunitários (PROEAC) da UEPB – Proex, e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) cota 2017/2018.

Os dois projetos acima citados apresentavam pesquisas no campo da História Filosofia da Ciência (HFC), que segundo vários autores (SILVA; OLIVEIRA, 2011; VILLANI; PACCA; FREITAS, 2009; FORATO, 2009; PINTO; SILVA, 2017) apontam que na busca de meios para se contextualizar o ensino e mostrar o processo de transformação da ciência, o uso da História da Ciência (HC) é indicado como uma estratégia didática positiva e que pode proporcionar vários benefícios e estímulos ao ensino de ciências.

Porém, observa-se que ainda existe resistência por parte dos alunos, principalmente da Educação Básica para a leitura de textos, os quais são fundamentais nas ações que envolvem a História e a Filosofia da Ciência na sala de aula (SOUZA; SILVA, 2014). Assim, a pesquisa por diferentes formas de levar a abordagem histórica para a sala de aula constitui uma das linhas de investigação mais desafiantes atualmente. Retirado um trecho mau escrito

Para a elaboração destes materiais é necessário um estudo em várias perspectivas: a pesquisa historiográfica; as pesquisas educacionais, que buscam associar conteúdos programáticos, avaliação, processos de ensino aprendizagem, formação de professores, e pensar novos critérios e parâmetros para o como, por quê e para quê introduzir a HFC no ensino (CARVALHO; SASSERON, 2010; FORATO et. al, 2012; MARTINS, A., 2007; SEROGLU; ADÚRIZ BRAVO, 2012). Como também os trabalhos que partem para a experimentação, que por sua vez acabam tentando mostrar a dificuldade que os cientistas enfrentaram.

Logo, este trabalho de encerramento de curso vem, através de uma proposta didática, responder ao questionamento: “É possível elaborar uma sequência didática com a abordagem histórica, incluindo diferentes recursos didáticos que contribua de maneira efetiva na compreensão da disciplina de física pelos estudantes da Educação Básica?”.

Sabendo que as mídias se apresentam como uma das ferramentas possíveis para a abordagem histórico-filosófica, fizemos uma breve discussão desse campo de pesquisa conhecido como a midiatização da ciência, e buscamos explorá-lo como ferramenta didática neste trabalho. Vale salientar que a utilização do vídeo no ambiente educacional precisa ser feita com cautela para que seja inteiramente aproveitado. Segundo Morán (1995) para uma boa utilização do recurso audiovisual, sugere-se introduzir vídeos que abordem o assunto de maneira mais temática do que técnica, trabalhando mais com a sensibilidade do aluno e despertando-lhe a curiosidade sobre o que pode vir depois. Com isso, podemos perceber que o recurso do vídeo tem um grande valor de informação. Assim, interagindo com o estudo da HFC, pode contribuir de alguma forma para a divulgação da ciência, promovendo sua melhor compreensão, auxiliando o indivíduo para um desenvolvimento crítico e reflexivo e trazendo novas abordagens didáticas.

Nessa perspectiva, o objetivo é, a partir da elaboração de uma narrativa histórica utilizando o episódio histórico de Alessandro Volta (A Pilha), inserir recursos didáticos de natureza experimental e midiática numa proposta didática para educação básica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A História da Ciência e a Mídia

São vários os argumentos para a abordagem histórica da ciência no ensino. Dentre aqueles mais apresentados na produção acadêmica atual (OLIVEIRA; SILVA, 2012), destacamos a contribuição da História da Ciência na desmitificação de gênios da ciência e de algumas visões distorcidas, tais como: fonte da verdade absoluta; acontecimentos organizados de forma linear; episódios livres de controvérsias, entre outras. Neste caso, partiremos da ideia de uma abordagem baseada em recursos midiáticos, como enfatiza Rezende (2008), quando descreve que a abordagem historiográfica subsidiada com o recurso midiático ainda é pouco utilizada e explorada e precisa ser mais bem trabalhada, tanto pelos professores como pelos analistas (criadores de vídeos científicos). Busca-se assim, aproximar a História da Ciência e o ensino de Física através da inclusão de vídeos que explorem episódios históricos.

O campo de pesquisa sobre mídias é denominado de Mídiatização. Mídiatizar é a forma de transmitir ou explicar informações de caráter científico através de meios de comunicação (FEARNNSIDE, 2012, p. 108).

A ciência e a mídia possuem uma relação simbiótica, em que ambos precisam e ganham com a aproximação. Segundo Heberlê (2012, p. 136), alguns argumentos que justificam a relação mídia-ciência são:

- i. Por que a ciência precisa da mídia:
 - Porque na ponta do processo o que tem é geralmente o intangível (informação)
 - Para transformar informação em conhecimento (transferência)
 - Para cumprir com metas das instituições (especialmente as públicas)
- ii. Por que a mídia precisa da ciência:
 - Precisa da atualidade
 - Precisa do ineditismo
 - Sabe que os dados da ciência afetam a vida das pessoas
 - Geralmente envolve algo espetacular, de alto valor na troca simbólica.

Não é diferente quando se trata da relação da História da Ciência com a mídia. Ainda que não se trate diretamente de conteúdo atual, episódios históricos na mídia representam a

possibilidade de aquisição de cultura, o que é fundamental para a formação de alunos críticos. Desta forma, o uso de vídeos contendo episódios históricos se constitui uma alternativa para atrair os alunos, tornando o conteúdo tangível, ao mesmo tempo em que oferece uma possibilidade de inserir as mídias no espaço educacional. Os vídeos poderiam superar alguns desafios da História da Ciência no ensino, como: idioma em português; aproximação com a realidade local; exibição de uma ciência não-linear; desmistificação de gênios; abordagem de controvérsias, entre outros.

Desta forma, a mídia tem promovido bastante abertura no sentido de divulgação, porém esbarramos em trabalhos desenvolvidos sem nenhum comprometimento científico, o que acaba comprometendo o ensino e o caráter da ciência. Pois o receptor, na maioria das vezes, não sabe distinguir ou avaliar a veracidade daquele conteúdo.

2.2 A Mídia e o Ensino de Ciências

Reconhecemos a grande quantidade de materiais midiáticos, já elaborados com caráter “científico” que abordam conteúdos de história da ciência. Mas se os analisarmos de forma mais criteriosa, poderemos perceber que grande parte se encontra em discordância com os fatos ocorridos historicamente, seja pela sua omissão, ou pela supervalorização. De acordo com o que se entende por “mídiatizar”, este processo é visto como uma forma de transmitir ou explicar informações de caráter científico através de meios de comunicação (FEARNSIDE, 2012). Assim, entende-se que a mídiatização da História da Ciência também deveria seguir nesta direção, informando. No entanto, a impressão que se tem é que as produções sobre História da Ciência na mídia têm se preocupado mais com a estética do que com o conteúdo do trabalho, ou seja, com a fidelização aos episódios, pois é possível identificar algumas deformações da ciência.

Ainda que divulgando a História da Ciência de forma mais apropriada, o recurso midiático não pode contribuir sozinho para o processo educacional, fazendo-se necessária a presença e auxílio do professor, complementando-o com outros materiais didáticos, para que assim seja possível estabelecer sentido ao que se quer apresentar (REZENDE; STRUCHINER, 2009). Se esta visão e compreensão sobre mídia e ensino não forem bem compreendidas, será pouco provável que haja um melhoramento no ensino com essa abordagem.

Assim faz necessário que o professor esteja preparado para trabalhar com o recurso midiático, tendo o mínimo de envolvimento com as tecnologias recentes (caso se queira trabalhar com essa abordagem). Desta forma o professor ao abordar um vídeo educativo, deverá ressaltar e levantar questionamentos de reflexão sobre o tema, dando assim significado à proposta mostrada. Logo, o professor deve ser responsável pela construção de significados de um modo geral, tendo em vista que o aluno dificilmente, num primeiro momento, é capaz de enxergar a intencionalidade do material.

Esse cuidado para que o professor acompanhe as atividades e construa junto ao aluno os significados, não está presente apenas na didática com vídeos, mas também com outros recursos metodológicos. O uso de experimentos, por exemplo, apresenta-se como um recurso que possibilita ao professor estimular outras habilidades, que discutiremos a seguir.

2.3 Atividade Experimental associada à História da Ciência

A atividade experimental é sem dúvida bastante discutida por vários autores e professores no que diz respeito à sua execução em sala de aula. Sabendo que o assunto apresenta diferentes interpretações de diferentes metodologias, seguiremos a vertente da experimentação problematizada ou/e dialogada.

Alguns autores (PINTO et al, 2017; ALVES FILHO, 2000; ROSA; ROSA, 2012) caminham para defesa que o laboratório problematizador pode proporcionar: i) uma participação ativa dos estudantes, valorizando assim as ideias prévias dos mesmos; ii) liberdade para testar hipóteses presente nos desafios propostos, podendo usar de diversos caminhos para solucionar o mesmo; iii) tornar um ambiente descontraído e motivador, saindo do formalismo das aulas expositivas; iv) atenção dos estudantes sobre os conhecimentos anteriores (teoria), afim de construir um contexto lógico ao momento experimental.

O que difere os pontos acima relatados das atividades experimentais tradicionais é justamente a possibilidade de trabalhar o laboratório de maneira mais livre com o aluno, de forma que o indivíduo construa sua investigação científica, e assim pense e reflita sobre os problemas apresentados e as possíveis soluções que podem ser levantadas constituindo, então, uma abordagem experimental construtivista.

Uma característica da proposta construtivista é a ênfase em não fazer uso de roteiros prontos, a tal “receita de bolo” a se seguir. Nessa abordagem o aluno tem o direito de trabalhar conforme suas concepções culturais e sociais, levando-o a conscientizar-se sobre a

construção do conhecimento científico, compreendendo que se trata de uma construção ao longo do tempo e sofre influências socioeconômicas, socioculturais e pessoais. Conforme expõe Alves Filho (2000, p. 266) “qualquer tipo de receita prescritiva que venha a se pensar, irá barrar a espontaneidade do processo, fazendo-o retomar o dogmatismo tradicional”.

Mas, é válido ressaltar que o professor deve estar muito bem fundamentado para que o objetivo seja alcançado. É papel fundamental do professor discutir antes e após a experimentação, o aluno deve ter a ideia clara de que o processo pelo qual vai passar está pautado num conjunto de concepções pré-estabelecidas indiretamente e que as conclusões são fruto do processo vivenciado durante esse momento de concepções e experimentações. Rosa e Rosa (2012) defendem três etapas a seguir na construção experimental construtivista, são elas: pré – experimental, o professor destina o foco ao conhecimento científico em questão, o que permite o aluno manter a atenção no estudo a ser debatido. E ainda pode ser subdividido em pré-teoria, explicitações dos objetivos, formulação de hipóteses e planejamento das ações¹; experimental, compreende no momento da execução da atividade, fundamentada pelos planejamentos mediante o estudo do problema; e pós – experimental, que caracteriza o fechamento da atividade, ou seja, os resultados obtidos de maneira sistematizada. Este último nessa concepção tem um papel fundamental como ambiente de discussão do processo, que pode levar à retomada de alguma das outras etapas.

2.4 Episódio Histórico – A pilha de Alessandro Volta

O episódio trata da Pilha de Alessandro Volta, que se encontra analisado em várias referências (MARTINS, 2000; 1999), porém numa linguagem distante da sala de aula da educação básica. O episódio permeia o século XVIII, época de grandes transformações econômicas, políticas e sociais e que de alguma forma influenciaram a ciência. Por este motivo, dividiremos este capítulo em duas partes. A primeira tratará das principais mudanças socioculturais que ocorreram durante o século XVIII na Inglaterra, França e Itália, e que de alguma forma influenciaram no conhecimento científico. A outra parte tratará especificamente dos trabalhos de Volta e do contexto científico em que ele criou a pilha.

2.4.1 As transformações no século XVIII

¹

Detalhes sobre os procedimentos das subdivisões em ROSA E ROSA, 2012.

Do ponto de vista econômico, o período foi marcado por uma indústria mecanizada, fruto do capitalismo como modo de vida dominante; da destruição das relações feudais, com o surgimento de “empresários” capitalistas; e da situação de vida extremamente precária, consequência da revolução industrial (PEREIRA; GIOIA, 2007).

Na Inglaterra, a situação política e social e as modificações geradas pela revolução industrial trouxeram consequências para diversos setores. No setor econômico, a classe da burguesia era contra o mercantilismo² e usava de medidas como: restrição à importação, monopólio do comércio com as colônias, restrições ao que fabricar, entre outras. O que transformou a burguesia limitada nas ações comerciais. No setor político a burguesia desejava um estado liberal em que as decisões estivessem de alguma forma sob o seu poder. No setor social, os trabalhadores se encontravam em condições alarmantes e realizaram reivindicações, tais como: destruição de máquinas, pois acreditavam que elas eram as responsáveis pelas condições de vidas precárias que tinham; iniciaram lutas por salários mais justos; petições por jornadas de trabalho menores; e se organizaram para elaboração de sindicatos, entre outras (PEREIRA; GIOIA, 2007). Se por um lado os ricos se tornavam mais ricos, por outro, os pobres se tornavam mais pobres. Sem dúvida a Europa passava por um momento efervescente, em que a permanência de privilégios estava, a todo custo, sendo desestruturada. Uma transição acontecia por várias regiões, fazendo com que surgissem novas ideias, reformas e organizações na sociedade.

Na França foi desencadeado um grande movimento social de caráter a revolucionar o mundo. O país passava por uma crise financeira, decorrente dos altos gastos com guerra (aliança com os EUA, pela independência em relação a Inglaterra) e uma situação delicada na política. A burguesia não conseguia, apesar de seu desenvolvimento positivo no comércio, atingir os privilégios da classe aristocrática. A própria aristocracia, por sua vez, almejava o poder dentro do Estado, e frequentemente tentava enfraquecer o poder da monarquia. Assim a monarquia recebia ataques da burguesia e da aristocracia. Do primeiro, porque não atendia as exigências de reforma para liberação do comércio e produção. Do segundo, por que desejava o poder do Estado (PEREIRA; GIOIA, 2007).

O conflito no país se intensificou por uma tentativa da aristocracia tomar o estado, com intenções de impor condições socioeconômicas distantes da realidade em que se encontrava o país. Mas a aristocracia foi surpreendida pelo terceiro estado, que levou ao estabelecimento de uma Assembleia Constituinte, garantindo assim uma nova organização

² Prática caracterizada pela intervenção do Estado sobre a economia.

(PEREIRA; GIOIA, 2007). Desta forma a estrutura social do feudo e a máquina de privilégios Francesa foram desestabilizadas. E assim foi marcada a Revolução Francesa. O movimento logo se espalhou e ganhou apoio por outras regiões e povos. Segundo Hobsbawn (2010) muitas pessoas aprovavam o movimento, sendo na sua maioria povos que passavam por situações semelhantes ao da França, o autor ainda chama a atenção sobre pessoas “instruídas e bem esclarecidas que apoiavam a revolução e nesse contexto se incluíam músicos, cientistas, tecnólogos, engenheiros e outros intelectuais” (HOBSBAWN, 2010, p.135).

Com a expansão da revolução por outras regiões a força militar foi tomando notoriedade. A frente de algumas batalhas o exército dispunha de Napoleão Bonaparte, um oficial treinado no exército Francês de origem italiana. Ele esteve presente em muitas batalhas pela França e conquistou respeito e admiração dos combatentes (HOBSBAWN, 2010; PEREIRA; GIOIA, 2007).

Na Itália, predominavam o iluminismo e a maçonaria que eram constituídos em sua grande maioria da classe média, que apoiava a revolução. O Estado era dividido em dois grupos: os que tinham condições de lutar pelo poder e o outro que só avançaria com a conquista francesa. Logo, o país encontrava-se numa situação muito complicada como o restante da Europa. Quando foi anunciado sobre as tropas francesas a um dos estados da Itália (Nápoles), este tentou proclamar República, mas opositores da direita impediram. Com isto, Napoleão tomou o estado que futuramente se transformaria em territórios franceses, tornando-os como Reino da Itália e Reino de Nápoles (HOBSBAWN, 2010).

Napoleão participou de muitas outras conquistas para a França contribuindo significativamente para a visão de mundo moderno que se tem hoje. A transição do modo de vida feudal para o modo capitalista, sem dúvida influenciou muito a forma de pensar e fazer ciência, pois, a ciência antes estava ligada às questões divinas. E neste século vale o que já havia sido dito por Francis Bacon (1561-1626): “saber é poder”. A ciência passa a ser utilizada a serviço do homem, com o propósito de atender as necessidades industriais. Ou seja, atender a praticidade do homem moderno disposto a alcançar o desenvolvimento.

Com o progresso do comércio e das explorações na Europa, surgem Instituições que estimulam o desenvolvimento do conhecimento da natureza, laboratórios particulares de pesquisas e a busca por conhecimento científico (OLIVEIRA, 2014; PEREIRA; GIOIA, 2007). Esse avanço trás também oportunidades de comunicação à longa distância, pois por meio de cartas os estudiosos passam a se comunicarem e trocarem informações de cunho científico. O propósito dessas cartas era agregar contribuições para a humanidade, estimular

uma república sem fronteiras físicas e defender os interesses dos seres humanos independentes das diferenças (JARDIM; GUERRA, 2017).

Como citado acima, uma das situações decorrentes desse momento histórico que a Europa vivia foi o interesse por experimentos científicos durante a primeira metade de século. 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. Ele ainda justifica que esse interesse surge não por “obrigação ou dever, mas simplesmente porque os leigos procuravam os experimentos por prazer, por negócio e por trabalhos manuais” (1999, apud Jardim et al. 2017, p.785).

Essa transformação que a Europa sofria influenciava muitas áreas, lugares, pessoas e costumes. Foi neste momento e motivado pelas novas formas de comunicação (cartas e material impresso) que houve abertura para os idiomas Inglês e Francês, pois o que predominava até então era o Latim (JARDIM; GUERRA, 2017). Assim como o interesse nas áreas de física e química, na aplicação da eletricidade e de tingimentos, respectivamente (HOBSBAWN, 2010).

2.4.2 Os estudos sobre eletricidade

No âmbito da ciência, ainda neste século, já haviam pesquisas relacionadas à natureza da eletricidade sob diferentes aspectos. Tanto pelo aspecto do conhecimento sobre a eletricidade gerada por atrito e os fenômenos de atração e repulsão, como por eletricidade atmosférica³. A eletricidade se apresentava como um fenômeno bastante explorado, desde as exposições livres, tomados como “show” e “mágica”, como nos experimentos de cunho científico. Mas, um fato que chamava a atenção aos estudiosos era a influência de fluídos elétricos em plantas e nos corpos de animais⁴.

Esse tipo de influência foi investigado por Laura Bassi⁵ (1711 – 1778) e o seu esposo Giuseppe Veratti. Seus estudos se desenvolveram por volta de 1770, quando o casal resolveu testar o que aconteceria com rãs e outros animais mortos, quando em contato com a eletricidade; ou seja, que tipo de relação existiria entre a eletricidade e a reação nos corpos

³Estudos relacionados a Benjamin Franklin, mais detalhes em Silva e Pimentel (2008a, p. 141-159; 2008b, p. 117)

⁴Detalhes em Jensen e Prestes (2011).

⁵Primeira mulher a se doutorar e lecionar em uma Universidade. Bassi foi orientada fora de Instituições por Gaetano Tacconi (1689 – 1782), detalhes em Jardim e Guerra (2017).

destes animais, pois já se tinha conhecimento que a garrafa de Leyden⁶ podia causar reações nos corpos de animais vivos (MARTINS, 2000).

Neste período, ao se tratar sobre o estudo da eletricidade, associava-se ao Padre Giambattista Beccaria (1716 – 1781), estudioso adepto das teorias de Franklin, um fluido elétrico auto-repulsivo. Em 1760, ele defendeu a ideia que organismos de seres vivos podem não apenas reagir à eletricidade, mas também produzir algum tipo de eletricidade (MARTINS, 2000). Assim, o estudioso defendia que os movimentos desenvolvidos pelo nosso corpo eram provenientes de um tipo de eletricidade própria que era capaz de contrair os músculos.

A partir desta hipótese, Beccaria através de experimentos com seres humanos e animais, apresentou a ideia de que a eletricidade encontrada nesses corpos seria da mesma natureza que a encontrada na eletricidade gerada por atrito. Ou seja, tratava-se de um tipo de eletricidade estática, a mesma encontrada em máquinas eletrostáticas.

Durante muito tempo o estudo sobre a influência da eletricidade nos corpos de animais ficou sem respostas concretas, apenas surgiam especulações. Na busca por respostas sobre a natureza e o funcionamento da eletricidade animal, dois personagens se destacam: Luigi Galvani e Alessandro Volta. A seguir, traremos alguns detalhes sobre as biografias destes estudiosos e trataremos em detalhes os estudos que levaram à construção da pilha.

2.4.3 Luigi Galvani (1737 - 1798)

Luigi Galvani nasceu em 09 de setembro de 1737, em Bolonha, na Itália. Em 1759 recebeu diploma de Medicina e Filosofia. Fez sua carreira profissional no estudo de práticas clínicas e cirúrgicas e também em pesquisa anatômica e ensino de medicina. Em 1766, tornou-se curador demonstrador do Museu de Anatomia. Sua primeira publicação foi em 1762, sobre a estrutura, função e patologia dos ossos. Também escreveu os elementos químicos e anatômicos que compõe os ossos, os padrões de crescimento e as doenças que os afetam. Em 1775, passou a ser professor adjunto na cátedra de anatomia da Universidade de Bolonha (BROWN, 2007).

Porém, a investigação mais lembrada foi em 1770 sobre os problemas da eletricidade animal. Em 1780, Galvani iniciou uma série de investigações extensas sobre a reação de irritações provocadas pela eletricidade estática em rãs. Ele estudou a medula espinhal, nervos

⁶Tipo de garrafa desenvolvida com capacidade de armazenar eletricidade.

e membros inferiores de rãs dissecadas. Diante da investigação percebeu que a produção de uma corrente elétrica pelo contato de dois metais diferentes poderia sanar as dúvidas que rondavam o século XVIII: animais poderiam conter em seus nervos e músculos um sutil fluido análogo à eletricidade comum. Galvani, nos últimos anos de vida sofreu diversas desgraças pessoais. Em 1790, a esposa faleceu (Lucia Galeazzi), foi privado de seus cargos na Universidade e no Instituto Delle Scienze e por ter negado fidelidade a Napoleão, morreu na miséria (BROWN, 2007).

2.4.4 Alessandro Giuseppe Antonio Anastácio Volta (1745 - 1827)

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, nasceu em 18 de fevereiro de 1745, em Como, Itália. Era praticante da religião católica. Adepto das ideias de Franklin, ou seja, adotada um único fluido elétrico, que poderia estar em excesso ou em falta. Volta inventou um aparelho chamado de eletróforo, constituído de duas placas, sendo uma placa metálica e outra placa de resina, que poderiam produzir faíscas sem enfraquecer a eletricidade. Em 1774, ele assumiu o primeiro emprego acadêmico, diretor do ginásio público de Como, tornando-se professor em seguida no mesmo ginásio (HEILBRON, 2007).

Volta estudou pneumática, meteorologia e eletricidade. Essa última lhe rendeu, em 1800, uma medalha do Cônsul Napoleão, pelos estudos e esclarecimentos acerca da eletricidade e do galvanismo. Ele utilizou muitos experimentos e análises para chegar à sua hipótese sobre eletricidade animal. Para Volta, não existiria uma eletricidade animal e as manifestações na rã, observadas por Galvani, não passavam de excitações que surgiam de um estímulo elétrico externo. Volta corroborou sua teoria com um arranjo alternativo: promoveu o contato de placas de zinco e prata empilhadas e utilizou papelão umedecido, simulando os metais que ficariam em contato com a perna da rã. Com esta pilha, numa distribuição de quarenta ou cinquenta pares, ao tocar em uma de suas extremidades, poderia causar uma sensação como a de tocar num peixe elétrico (HEILBRON, 2007).

2.4.5 Prelúdios para a pilha

Como já foi mencionado, as pesquisas sobre eletricidade animal ganharam destaque quando Galvani investigou as contrações nas pernas das rãs. Ele realizou experimentos (Figura 1) com a medula espinhal (S) e nervos inferiores (R) das rãs, além de dissecar o animal. Usando a garrafa de Leyden como fonte de eletricidade, Galvani observou que ao

encostar um condutor de uma máquina eletrostática diretamente na medula da rã, um tipo de descarga ocorria, semelhante à da garrafa, fazendo desta forma que houvesse contrações musculares convulsivas – espasmos na perna da rã (BROWN, 2007).

Figura 1 - Contrações Musculares



Fonte: Martins (1999, p. 824).

Eu havia dissecado e preparado uma rã [...] quando uma das pessoas presentes tocou acidentalmente e levemente o nervo crucial⁷ mais interior DD da rã com a ponta do bisturi, todos os músculos das pernas pareceram se contrair repetidamente, como se eles tivessem sido afetados por fortes câimbras (GUERRA; FORATO, 2015, p. 28).

Ele ainda observou que o fenômeno continuava a acontecer, mesmo que não houvesse máquina eletrostática nas proximidades da rã e desde que o animal permanecesse apenas em contato com objetos metálicos.

Nós repetimos o experimento, sempre usando a mesma faca... Então, para que não restasse qualquer dúvida, nós usamos, no lugar do bisturi, algumas vezes, uma vareta de vidro... Mas, em vão. Apesar de todos os nossos esforços, o fenômeno nunca ocorria... O fenômeno ocorria, no entanto, apenas quando nós tocávamos levemente o mesmo nervo com uma haste de ferro e pequenas faíscas passavam (GUERRA; FORATO, 2015, p. 30 – 31).

Galvani e alguns colegas se dedicaram à pesquisa sobre a eletricidade atmosférica, pois presumiam a existência de alguma descarga estática no ambiente. Desta forma, ele

⁷Nervo mais interno, aquele que coordena o músculo.

preendeu algumas rãs dissecadas numa cerca de ferro em sua casa; nos animais amarrou ganchos de latão fixados à medula e observou que as rãs sofriam contrações musculares, independentemente de haver relâmpagos ou não no céu (BROWN, 2007). Mediante essas observações, ele verificou ainda que diferentes metais poderiam intensificar as contrações musculares.

Eu repeti os experimentos utilizando outros metais em outros lugares, em diferentes horários e dias; As contrações apenas eram diferentes quando diferentes metais eram usados, sendo mais intensas para alguns e mais lentas para outros... Ocorreu-nos de usar outros corpos... Feitos de vidro, borracha, resina, pedra ou madeira, nenhuma contração muscular pôde ser observado... E nos levou a pensar que possivelmente a eletricidade estava presente no próprio animal. (GUERRA; FORATO, 2015, p. 33).

Então, parecia ter chegado ao fim a dúvida que permeava o século XVIII. Em 1791, Galvani publica um artigo em que explicava a produção de fluídos elétricos nos corpos dos animais através de nervos e músculos, o que poderia ser descrito como um tipo de eletricidade comum ou “eletricidade animal”.

Essa teoria se difundiu até chegar ao conhecimento de Alessandro Giuseppe Antonio Volta (1745 - 1827) em meados de 1792. Num primeiro momento ele aceitou e confiou, mas no fim de 1793, ele passou a não aceitar e duvidar das hipóteses de Galvani, durante sua investigação se questionou sobre qual seria a tensão mínima capaz de fazer a rã saltar e assim suspeitou que o animal pudesse está funcionando com um eletroscópio⁸ muito sensível. (BROWN, 2007; BONI, 2007). Porém, alguns amigos lhe incentivaram a reproduzir os experimentos citados por Galvani. Ao realizar os experimentos, Volta não obteve êxito inicialmente, mas ainda fez sucessivas tentativas, até conseguir observar a reação que Galvani havia descrito (HEILBRON, 2007).

O italiano não aceitava as conclusões defendidas por Galvani e desta maneira iniciou seus estudos para provar que não haveria uma eletricidade animal. A princípio, Volta se concentrou na ideia de quanto de eletricidade mínima deveria existir para causar reação na perna da rã. E assim percebeu que a rã funcionava como um eletroscópio muito sensível, ou seja, a rã reagia ao fluxo elétrico que recebia; essa conclusão inicial foi possível através da utilização da garrafa de Leyden, pois a variação de eletricidade gerada da garrafa para a rã era muito pequena, em um grau que apenas com um condensador eletroscópio era possível verificar (MARTINS, 1999; HEILBRON, 2007).

[...] os próprios metais usados nos experimentos [...] podem excitar e deslocar o fluido elétrico de seu estado de repouso, de modo que os órgãos do animal agem passivamente (BROWN, 2007, p. 976).

⁸ Aparelho sensível que utilizava palhas de ouro (HEILBRON, 2006, p. 2561).

Volta, desenvolveu experimentos com rãs vivas e inteiras (Galvani, manuseava apenas partes das rãs), observando que as reações de repulsão no animal poderiam estar relacionadas aos tipos de metais que utilizava. Essa relação fazia com que cada vez mais Volta não se contentasse com as ideias de Galvani, desta forma ele decidiu excitar os nervos do seu paladar (HEILBRON, 2007).

Com um arco bimetálico⁹ ligou uma extremidade do arco de estanho na ponta da língua e a outra extremidade em uma colher de prata (fato já estudado J. G. Sulzer) e percebeu um gosto desagradável. Também estudou os efeitos de pares metálicos de zinco e de prata (estudado J. R. Robinson e R. Fowler) que causariam sensações luminosas e zumbidos (MARTINS, 2000; HEILBRON, 2007).

[...] metais distintos, precisamente uma de prata e outra de zinco, convenientemente aplicadas, excitavam na ponta da língua sensações de sabor bem definidas; o sabor seria decididamente ácido se, sendo a ponta da língua em contato com o zinco, a corrente elétrica fluísse no seu sentido e penetrasse nela: sentir-se-ia um outro sabor menos forte, porém mais desagradável, acre e com tendência ao alcalino, se (invertendo a posição dos metais) a corrente saísse através da ponta da língua; (MAGNAGHI; ASSIS, 2008, p. 143)

Convicto de suas ideias, Volta enviou cartas para o sobrinho de Galvani, Giovanni Aldini, informado que não concordava com as ideias do seu tio, argumentando que os metais tinham o poder eletromotor, por isso não existiria uma eletricidade animal (MARTINS, 2000).

Em 1794, juntam-se Galvani, Aldini e um médico chamado Eusebio Valli e contestam as justificativas de Volta. E afirmam que os metais utilizados por Volta não podem ter um poder suficiente para fazer contrair a perna de um animal de dimensões muito maiores (HEILBRON, 2007). E ainda assumem que o circuito entre a medula espinhal e a perna da rã pode ser fechado apenas com a mão e obter mesmo assim contrações (MARTINS, 1999).

Mas Volta refuta essas afirmações, e explica que qualquer sequência de condutores diferentes, sejam metálicos ou não, podem produzir efeitos elétricos. Volta compreendia bem essa ideia de baixas tensões elétricas pois, em 1782, ele havia desenvolvido instrumentos que tinham a capacidade de amplificar cargas elétricas (MARTINS, 1999).

Galvani por sua vez, interessado em encontrar novos fenômenos que mostrassem a viabilidade de suas ideias, viaja a Semigallia e Rimini para estudar torpedos marinhos (peixe arraia). Ele demonstrou que tocando um peixe com uma vara metálica era possível sentir um choque, mas se tocasse com uma vara de madeira, nada sentiria (MARTINS, 2000). Galvani

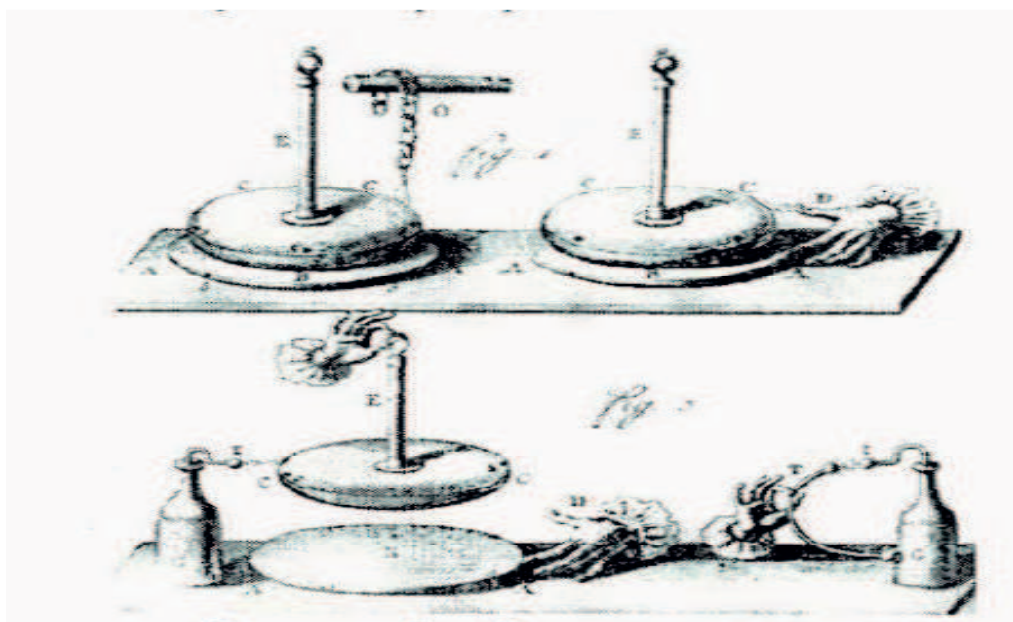
⁹ Dispositivo composto por dois fios de dois metais diferentes.

se questionava como poderia então um peixe de água salgada emitir eletricidade e não se espalhar na água. De fato, deveria ser algum tipo de eletricidade própria do animal?!

Enquanto isso, Volta, na tentativa de rebater os questionamentos fundamentados por Galvani, faz uso de um instrumento chamado de eletróforo (Figura 2). O eletróforo era formado por duas placas que eram capazes de produzir uma certa quantidade de eletricidade no sistema, de forma rápida, e segundo Volta, precisava apenas uma vez ser eletrizado.

O instrumento consistia de um prato de resina e outro prato metálico com um cabo isolante. O prato de resina ao ser carregado por atrito (esfregando com lã ou pele de gato como usado na época) ficava em contato com o outro prato metálico (o prato metálico ficaria sobre o prato de resina) de tal forma que se carregaria com o simples contato. Ao separar essas placas obtinha-se a placa de metal eletrizada; assim bastava aproximá-la de um eletrômetro¹⁰ e uma eletricidade era observada (MARTINS, 1999).

Figura 2: Eletróforo de Volta



Fonte: Martins (1999, p. 826).

Então em resposta a formulação levantada por Galvani sobre o peixe tornado, Volta explica conforme Magnaghi; Assis (2008):

Sabe-se pelos estudos anatômicos que já foram feitos, que o órgão elétrico do torpedo e da enguia elétrica é constituído por várias colunas membranosas, cheias de uma extremidade a outra, por um grande número de pequenas lâminas ou películas com o formato de discos finíssimos, superpostos uns aos outros com espaçamentos muito pequenos, nos quais parece fluir algum fluido. Ora, não se pode supor que alguma dessas lâminas seja isolante como a resina, o vidro ou a seda, e menos ainda

¹⁰ Instrumento desenvolvido por Volta para medir tensões elétricas que usava duas hastes de palha finas (MARTINS, 1999).

que elas possam ser eletrizadas por atrito ou ser dispostas... de pequenos eletróforos (MAGNAGHI; ASSIS, 2008, p. 137-138).

O que Volta argumentava era que os efeitos observados por Galvani de uma eletricidade própria, não poderiam existir, pois dentro de um peixe não era possível encontrar partes carregadas positivamente e partes carregadas negativamente, pois apesar do peixe ser um bom condutor, ele não apresentava características isolantes.

No entanto, 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).

Assim, 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), de tal maneira a formar uma coluna de pilhas. Essa coluna estando composta por esse arranjo de três materiais, totalizando cerca de vinte conjuntos do material e estando com uma estrutura firme, poderia provocar faíscas. O choque poderia ser sentido com melhor eficácia se fosse molhado a pele e tocasse o instrumento. Mas aumentando o número dessa pilha, era possível reproduzir choques ainda maiores (MAGNAGHI; ASSIS, 2008).

Então Volta desenvolveu a coroa de copos (Figura 3) ou de taça, que consiste numa melhor distribuição do conjunto de placas de zinco, prata e papel umedecido. Ele utilizou um copo, ou tigela, que não fosse de metal e a preencheu com água salgada até a metade; usou um metal para fazer a ligação entre copo de água salgada e a pilha de placas; na extremidade superior utilizou de outra placa metálica também para interligar novamente outra pilha de placas metálicas, formando assim uma cadeia de empilhamentos de placas (GUERRA; FORATO, 2015; BONI, 2007).

Figura 3 - Coroa de Copos



Fonte: Boni (2007, p. 40).

Nos anos de 1800, em meio à crise econômica na França, e a Itália enfrentando guerras e passando para o regime de governo chamado de Consulado, cujo Cêsul era Napoleão Bonaparte – general do exército (PEREIRA; GIOIA 2007), Volta consegue divulgar seu experimento para a Sociedade Real. Alêm de ser apadrinhado por Napoleão com uma pensão, recebeu tambêm um prêmio de 60 mil francos e a nomeação de conde e senador do Reino da Itália. Napoleão autorizou, ainda, a Academia de Ciências da França a presentear Volta com uma medalha (HEILBRON, 2007).

3 METODOLOGIA

Dado o caráter qualitativo da presente pesquisa, optou-se por uma abordagem problematizadora em que os dados, tanto durante a coleta, quanto em sua análise, permitissem a constante avaliação e reavaliação do percurso metodológico adotado. Assim, trata-se de um relato do resultado de um estudo de caso, que utilizou como instrumentos de coleta de dados questionários e atividades aplicados durante a pesquisa e gravações.

A análise baseou-se nos três recursos didáticos que compõem este trabalho: um voltado para a apropriação conceitual relacionado à compreensão do episódio sobre a invenção da pilha, a primeira fonte contínua de eletricidade, com aplicações na História da Ciência e no Ensino de Ciências. Nesse sentido, discute a construção do conhecimento científico e como as influências socioculturais e econômicas estão relacionadas a alguns resultados na ciência que temos conhecimento.

O outro recurso está voltado para o produto midiático da ciência, através de um vídeo. Utilizando-se de uma linguagem mais acessível, diferente dos textos históricos originais, fez-se uma tentativa de explicar os acontecimentos históricos do século XVIII sobre o estudo da eletricidade, abordando conflitos, divergências, interesses e a situação política e econômica da época. Para isso, foi feito o uso de animações, encenações e experimentos que exemplificassem melhor o contexto desse século e algumas interpretações acerca dos “mistérios” sobre a eletricidade.

E, por último, a utilização de experimentos históricos. Nessa pesquisa não se utilizou uma reprodução fiel, devido à dificuldade de encontrar alguns materiais, mas atribuímos caráter de semelhança, seja esteticamente, seja pela natureza do fenômeno. Também foi utilizado material de baixo custo, já que a proposta é justamente a aplicação em sala de aula na educação básica.

3.1 Elementos para a construção do material audiovisual.

A construção de um vídeo é um trabalho cuidadoso e minucioso, pois nele deve haver materiais educacionais que tratem de conteúdos, sem deixar de ser atraente, nem perder o caráter de promover o conhecimento desejado, seja ele no campo da Física, da Biologia, da Química e etc. O material audiovisual deve ser eficiente, promovendo assimilação do conteúdo, de tal forma que cativa a atenção do aluno (REZENDE; STRUCHINER, 2009).

Nessa proposta de criação de vídeo, optamos por trabalhar com o episódio histórico “A Pilha de Alessandro Volta”, dividindo-a em quatro momentos: 1) pesquisa bibliográfica e por imagens; 2) desenvolvimento de um roteiro de narração e um de encenação; 3) utilização do programa de animação; e por fim 4) a edição do vídeo;

A pesquisa bibliográfica foi realizada através de fontes primárias e fontes secundárias para o esboço do episódio histórico. Para a pesquisa de imagens, adotou-se a mesma metodologia, atentando-se para a fidedignidade das imagens encontradas, usando banco de dados de fontes históricas, museus e enciclopédias.

Uma vez que o esboço do episódio histórico estava elaborado, o mesmo precisou passar por dois processos de filtragem: o primeiro processo foi transformar a pesquisa histórica em um roteiro que descrevesse todo o episódio (**APÊNDICE A**), ou seja, dos primeiros estudos sobre eletricidade animal até o momento do desenvolvimento da pilha de maneira mais leve e com linguagem mais acessível ao leitor/ouvinte. O segundo processo, consistiu em adaptar parte desse roteiro geral em um roteiro menor (**APÊNDICE B**), que

servisse de apoio para uma encenação, ou seja, seria o diálogo entre os personagens. Nesse sentido, foram desenvolvidos cenários, vestimentas, luz, câmera, microfones (**APÊNDICE C**), todos os aparatos necessários para um gravação e encenação, baseados na pesquisa de imagens realizada. Ainda reproduzimos dois dos experimentos descritos no material histórico, o eletróforo e a pilha (**APÊNDICE D**). No total, estabelecemos como meta um vídeo que tivesse até 15 minutos, para ser utilizado facilmente em uma aula de 50 minutos.

Dados os dois processos anteriores, a busca por programas de animações foi realizada em paralelo. No entanto, só foi possível realizar as animações com os dois processos anteriores concluídos. Utilizamos o programa da internet chamado de POWTOON¹¹, programa que não precisa ser instalado no computador e permite acesso livre a qualquer usuário, sendo utilizado através de uma conta online. Nele desenvolvemos grande parte do trabalho.

Uma vez realizada esta atividade, se fez necessário um modo de agregar todas as informações, transformando-as em vídeo, o que foi feito usando um programa especializado nesse tipo de criação, o PRO VEGAS¹². O software utilizado é de caráter profissional, e foram encontradas algumas dificuldades para utilizá-lo. Por fim, divulgamos o vídeo através do sistema de redes de computadores mundial, a internet, por via do YOUTUBE, no canal do GHCEN¹³ (Grupo de História da Ciência e Ensino), o qual possui, até o presente momento, mais de duas mil visualizações.

3.2 Elementos para um Laboratório Problematizador

Trabalhar com experimento é sempre um desafio, requer estudos sobre o fenômeno a ser observado e sua base conceitual, além da estratégia de como será trabalhado em sala de aula. A proposta aqui citada é trabalhar conforme Rosa e Rosa (2012), como já foi mencionado anteriormente. Quanto ao material usado para a elaboração da pilha de Volta (Figura 4) são materiais de fácil acesso e de baixo custo, moedas de cinco centavos e arruelas de zinco, além de água salgada e papel toalha. Para visualizar a reação do fenômeno, sugerimos um led ou multímetro.

¹¹ O programa POWTOON encontra-se disponível para todos, porém existe alguns formatos de criação de animação pago, logo é só verificar as possibilidades acessíveis e gratuito. Disponível em: <<https://www.powtoon.com/home/>>

¹² O software PRO VEGAS, não é disponibilizado gratuitamente no mercado, é necessário comprar a licença do programa. Disponível em: <<https://informatica.mercadolivre.com.br/licenca-sony-vegas-9-pro>>

¹³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCdrmNfk5rVUUAf4R8JOLeZQ>>

Figura 4 – Materiais para a construção da pilha



Fonte: Autoria Própria

O uso de moedas de cinco centavos se justifica porque é revestida com material de cobre, segundo a fonte do Banco Central¹⁴. Assim, a moeda em contato com uma placa de zinco provoca uma reação de oxirredução o que permite produzir o fenômeno descrito por Volta. O papel umedecido tem a função de conduzir os íons dessa reação de uma placa a outra. Porém, esta concepção ainda não era compreendida no século XVIII.

Alguns testes devem ser feitos previamente antes da aplicação em sala de aula, já que o tamanho da pilha promove uma corrente baixa ou intensa, dependendo do seu tamanho. Logo, é importante que o professor saiba o quanto de empilhamento é necessário para que o fenômeno seja observado.

Utilizamos estes recursos dentro de uma sequência didática investigativa que será detalhada no tópico a seguir.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Dado o caráter qualitativo da presente pesquisa, optou-se por uma abordagem em que os dados, tanto durante a coleta, quanto em sua análise, permitissem a constante avaliação e reavaliação do percurso metodológico adotado. Esse modelo reflexivo encontra-se em consonância com uma prática que leva em consideração o planejamento contínuo de atividades que visam não só a avaliação do processo de ensino e aprendizagem, mas também a própria prática do professor, contribuindo para que suas ações sejam constantemente reavaliadas e adequadas ao meio a que se destina.

A partir de tais pressupostos, construiu-se uma sequência que permitisse a inserção dos objetos midiáticos e experimentais elaborados, que foram descritos anteriormente, estruturando-a em busca de uma abordagem histórico-investigativa. Para tanto, tentou-se

¹⁴Ver detalhes sobre as moedas em: <http://www.bcb.gov.br/htms/mecir/mcomemor/ConservacaoMoedas.asp>

adequar as recomendações presentes na moderna historiografia da ciência, como o estudo de casos aprofundados, visão diacrônica, a influência de fatores socioculturais, econômicos e políticos, e a existência de rupturas e continuidades do conhecimento científico (BALDINATO; PORTO, 2008), com a perspectiva presente nas sequências de ensino investigativas, proposta do Carvalho (2013):

[...]as sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p.9).

Nota-se a conformidade entre tais indicações e aquilo que se espera de um ensino pautado na história das ciências em que se busca a compreensão do conhecimento historicamente construído, a partir do entendimento da complexidade das relações dos diversos fatores que afetaram a construção do conhecimento que temos no presente para poder olhar criticamente as decisões que afetarão o futuro.

Carvalho (2013) apresenta ainda os três tipos de atividades que devem se fazer presentes em uma SEI, a saber: o problema, que pode ser experimental ou teórico; sistematização do conhecimento, em que os alunos podem rever aquilo que foi discutido e pensado durante o desenvolvimento do problema; e a contextualização do conhecimento, em que o aluno irá relacionar com seu dia-a-dia aquilo que está sendo aprendido, dando utilidade e intencionalidade aquilo que está sendo ensinado.

Vale salientar a preocupação de alguns autores (SASSERON; CARVALHO, 2008; CARVALHO, 2013; JIMENEZ-ALEIXANDRE et al, 2000) com a necessidade de rediscutir e repensar a avaliação, tendo em vista sua relação intrínseca com o processo de ensino-aprendizagem. Se há uma mudança nas bases desse processo, faz-se necessária uma mudança na forma de se pensar quais os critérios que devem ser utilizados e quais os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais (ZABALA, 1998) que são relevantes nesse processo.

Portanto, a construção da sequência de ensino que apresentaremos abaixo busca contemplar tais indicações e as etapas de uma abordagem teórico-prática para trabalhos com episódios históricos e experimentais (PINTO; SILVA, 2017). Apresentamos, então, o plano de ensino de maneira sucinta no Quadro I e, em seguida, descrevemos cada um dos encontros.

Quadro 1: Descrição do plano de ensino.

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

Fonte: Próprio autor

Encontro I (aula I – 45 minutos) – este encontro foi dividido em três momentos. No primeiro momento partindo de um recorte (**ANEXO A**) sobre a história icônica de Frankenstein, 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”¹⁵, no qual serão apresentados trechos (**APÊNDICE E**) 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, onde 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 (**APÊNDICE F**) e serão divididos em grupos. O quadro de ideias (PINTO; SILVA, 2017) envolverá um problema acerca das discussões realizadas em sala e buscará com que os alunos se posicionem através de argumentos, na tentativa de solucionar esse problema, relacionando-o aos questionamentos iniciais. Serão indicadas como fonte de pesquisa alguns sites, revistas e artigos (**ANEXO B**).

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 corrida para comprovar ou reprová-la a ideia de uma eletricidade animal, junto à apresentação da controvérsia de Alessandro Volta e Galvani.

No terceiro momento com o desenrolar do vídeo surgirá um instrumento conhecido como eletróforo¹⁶ o qual os alunos terão contato (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 conforme o conhecimento prévio dos mesmos.

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

¹⁵ Acesso em: <https://www.youtube.com/watch?v=ztOWhDu7yUU>

¹⁶ O aparelho foi espelhado no experimento de Benjamim Franklin (1706 -1790) um condensador de placas paralelas que consistia de uma placa de vidro coberta as duas faces por metais, agindo como um revestimento ou uma garrafa de Leyden.

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 (**APÊNDICE G**) 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 três momentos. No primeiro, os alunos retornarão ao vídeo para continuarem assistindo as explicações sobre a pilha e serão desafiados a elaborarem uma usando materiais de baixo custo (**APÊNDICE H**). Serão disponibilizadas aos alunos algumas moedas de cobre e arruelas de zinco; com a mediação do professor e com o apoio do próprio relato¹⁷ sobre como a pilha foi construída por Alessandro Volta (**APÊNDICE I**), 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 (**APÊNDICE J**), 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 serão trabalhados.

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA – DA TEORIA À PRÁTICA

A seguir, será descrito como se deu a execução da proposta e então serão apresentados alguns resultados e discussões.

5.1 Execução da proposta

¹⁷ O relato da carta de Volta enviado a Royal Society para essa atividade sofreu algumas reduções da original, direcionamos para a explicação do experimento sem as demais justificativas e explicações relatadas pelo mesmo.

A sequência didática (SD) foi desenvolvida no Colégio particular 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 alunos sendo 9 meninas e 6 meninos com faixa etária entre 15 e 16 anos.

As aulas de físicas são ministradas nas quintas e sextas-feiras nesta instituição; a atividade teve duração de cinco (05) encontros – 6 aulas, as quais sofreram algumas modificações em relação ao que foi previsto no Quadro 1.

Para análise, escolhemos estudantes que entregaram todas as atividades ao longo das intervenções. Algumas falas de estudantes que serão relatadas durante a descrição dos encontros foram retiradas das gravações de áudio realizadas em sala de aula. Para preservar a identidade de cada indivíduo usaremos nomes fictícios e dividiremos os grupos conforme a descrição seguinte: **GRUPO A:** Raquel, João, Laura e Sonia. **GRUPO B:** Maria, Ana, Taís e Sandra. **GRUPO C:** Pedro, Carlos, Lucas e Joana.

5.1.1. Encontro I – aula I (26/04/2018)

O ponto de partida dessa aula foi através de um recorte sobre a história de Frankenstein, já conhecido por alguns estudantes. 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:

Maria: “*claro que não professora!*”.

Joana: “*impossível*”

Raquel: “*acho pouco provável*”.

Quando mencionado que houve estudos por meados de 1770 sobre a capacidade de eletrizar corpos já mortos, um silêncio fez-se presente na sala. Então o vídeo– videoteca a Pilha de Alessandro Volta, foi apresentado aos estudantes, que puderam compreender os primeiros estudos sobre as investigações da eletricidade em corpos de animais.

Durante a manipulação da mídia tivemos alguns problemas com a montagem dos equipamentos (o datashow não reconheceu o computador). Como se tratava de poucos estudantes, os mesmos foram distribuídos na frente do computador da professora. Nesse momento uma aluna comentou:

Maria: *“Professora, seu pc não tá pegando porque a senhora quer ensinar a gente outro jeito de criar gente”*.

Quando os alunos assistiram os estudos de Laura Bassi, Pe. Beccaria e Galvani (trechos iniciais e planejados para a SD) sentiram-se um pouco incrédulos com as informações, mas ao se referir que se tratavam de pesquisas científicas alguns deixaram suas ideias pré-estabelecidas em momentos anteriores e se permitiram ao novo conhecimento. Isso foi importante porque na sequência das aulas esses estudantes puderam discutir o problema do discurso de autoridade, ao perceber que ao dizer “faz parte de uma pesquisa científica” não outorga necessariamente o caráter de verdade. Outros começaram a apresentar situações do cotidiano que poderiam justificar o que acabaram de ouvir como, por exemplo, o uso do desfibrilador.

Joana: *“Ah professora aquele negócio que os médicos usam para ressuscitar a pessoa, ele dá choque e por isso a pessoa vive de novo”*.

Ainda nesse momento se organizaram em grupos de cinco e receberam o Quadro de Ideias, no qual se apresentava um problema que eles deveriam resolver em casa para debater na próxima aula. Foram orientados a utilizar alguns sites e revistas que pudessem expor situações sobre o tema em debate: a existência ou não de uma eletricidade animal. Ainda em sala alguns estudantes apresentaram seus posicionamentos sobre o assunto.

Raquel: *“Criar vida não dá, mas pegando essa ideia do Frankenstein de juntar partes de gente morta, se estiver morta há pouco tempo ainda tem eletricidade, mas se já fizer muito tempo não dá. Porque os médicos só usam aquele negócio que dá choque (fazem menção ao desfibrilador) enquanto a pessoa ainda tá viva”*.

Laura: *“É verdade porque quando a pessoa chega no hospital eles vão logo colocando isso na pessoa, porque depois que morre não tem como”*.

João: *“Eu acredito que sim, porque nosso corpo é movido por causa de todo um sistema complexo que vai desde o sistema nervoso a outros tipos de sistemas. Dentro do sistema nervoso temos a questão da transmissão de eletricidade através dos nervos. É uma questão complexa que não sei explicar”*.

Sonia: *“Eu acho que não pode ter eletricidade no corpo de um ser humano morto, porque quando a pessoa morre, morre de verdade qualquer coisa que existe acaba”*.

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

O ponto de partida desta aula foi a apresentação das defesas dos grupos sobre o questionamento da aula anterior. Foi possível observar que existiam diferentes ideias num mesmo grupo, o que gerou um debate interessante sobre o tema, pois cada um queria apresentar sua opinião. Eles usaram tanto as fontes disponibilizadas quanto outras pesquisadas por conta própria. Usaram informações que falavam sobre física, medicina, química e mesmo do senso comum. A seguir, o Grupo A apresenta algumas ideias:

João: *“Pela minha pesquisa acredito que sim, o nosso corpo é capaz de produzir um soro fisiológico e com alta capacidade de conduzir eletricidade. Com essa condução do soro, nosso corpo pode ter um certo potencial de energia, no caso eletricidade de cerca de 1 Walt, mas essas pesquisas ainda estão em andamento”*.

Raquel: *“Eu acredito que temos eletricidade no nosso corpo, mas a ponto de dá vida não. Porque depois que morremos essa eletricidade acaba”*.

De maneira geral, essas falas mostram que a ideia da existência de eletricidade apresentava-se como algo muito latente, e isso era importante para que fosse possível colocá-la em embate com os trabalhos de Volta que seriam apresentados na sequência.

Assim, demos continuidade ao vídeo que apresentava as ideias de Galvani e Volta, em que um defendia a eletricidade animal e outro desconfiava dessa hipótese. Apresentando essa controvérsia, os alunos conheceram o instrumento usado por Volta nos seus estudos, o eletróforo.

Durante essa aula foi possível levar uma réplica adaptada para sala de aula do instrumento para realizarmos alguns testes. Os grupos também receberam uma réplica do eletróforo. A princípio o instrumento não funcionou, nem a réplica nem o “original”. Fizemos algumas tentativas, mas não funcionava o que desapontou um pouco os alunos.

Prosseguimos o estudo e os questionamentos sobre como funcionaria aquele instrumento e o que poderia estar afetando-o. Ao tempo em que os grupos discutiam a funcionalidade do aparelho a professora insistia em testes com o instrumento, até que conseguiu verificar o efeito e todos os grupos testaram o aparelho entre si.

Para que cada grupo pudesse investigar melhor os materiais usados no instrumento, foi confeccionado uma réplica com materiais de baixo custo pela professora que apresentava o mesmo fenômeno. Contudo, a princípio, também não apresentou o resultado esperado. Mesmo com esse “problema” experimental os alunos se mostraram interessados em apresentarem respostas ao questionamento. Uma integrante do grupo C explicou o funcionamento com a seguinte justificativa:

Ana: *“Quando se erija uma coisa que seja condutora os elétrons passam para essa coisa, quando outro corpo é tocado o que estava erijado as cargas elétricas passam todas de uma vez só para esse corpo ou a placa”*.

Os demais grupos concordaram com a ideia dessa integrante, não conseguiram acrescentar mais informações, todos acharam a justificativa cabível.

E finalizando esta aula outro questionamento foi levantado “seria a eletricidade presente na rã da mesma natureza que a do eletróforo?”.

5.1.3 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 produzir um mapa conceitual (**APÊNDICE K**) que respondesse ao problema “As placas produzem eletricidade?”, “Existe uma maneira de aproveitar essa eletricidade?”.

No decorrer desta aula os estudantes se encontravam dispersos por conta de uma atividade interna da escola (festejos para os dias das mães) em que eles deveriam participar com encenações, decorações de sala e elaboração de materiais expositivos. Apesar de ainda não ser a data do evento, já se organizavam para a festividade.

5.1.4 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.

A turma foi dividida em grupos, receberam os materiais de baixo custo que compunham o aparato experimental e foram orientados pelo texto escrito por Volta sobre como executou os empilhamentos de placas até chegar à estrutura da pilha.

Esse momento foi bastante interessante pela participação integral dos participantes dos grupos, todos ajudaram, tanto na leitura e compreensão do texto, como na montagem do instrumento.

Ao término do experimento verificou-se se todos haviam conseguido acender o led e foram debatidas questões acerca da natureza do trabalho científico, como: “Vocês acham que Volta já tinha a intenção de construir a pilha?”, “Volta encontrou respostas para os problemas sozinho, ou as ideias dos demais corroboraram para o resultado que ele chegou?”, “Um experimento pode provar uma teoria?”.

Após a construção das pilhas e a discussão, a professora apresentou a semelhança com um circuito simples.

Devido aos eventos na escola essa aula que seria finalizada em 02 horas-aulas acabou ficando em apenas 01 hora-aula, nos impossibilitando finalizar conforme o programado na SD. Para compensar, foi acrescentado mais um encontro para mantermos a mesma quantidade de aulas

5.1.5 Encontro V – aula VI (11/05/2018)

Nesta aula continuamos o estudo das semelhanças da pilha de Volta com o circuito simples e falamos um pouco de alguns componentes, como resistores e capacitores. Também foram apresentados alguns conceitos físicos atuais dando continuidade do estudo usando os livros didáticos. Esse desenvolvimento ocorreu em 05 horas-aulas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A SD não pôde ser apresentada conforme planejado devido a alguns problemas, tais como: i) a atividade festiva na escola, que comprometeu a concentração dos alunos nas últimas aulas da sequência; ii) pouco tempo para o replanejamento: das cinco atividades programadas, duas foram indicadas para serem realizadas em casa, e pela quantidade de tempo previsto, não foi possível readequá-las para serem rediscutidas em sala de aula; iii) falta de percepção da professora, pois não conseguiu observar durante as aulas que os alunos não havia percebido a diferença entre eletricidade e energia, pois nas respostas das atividades fizeram uso de energia quando seria eletricidade, o que mereceria uma explanação mais detalhada. Contudo, como a mesma é a regente da turma, isso foi inserido no seu planejamento para a sequência das aulas; iv) houve pouco retorno sobre os questionamentos: a professora deveria ter sido mais persistente nos questionamentos para certificar-se que todos compreenderam aquilo que se buscou passar.

Por outro lado, ao analisar as atividades propostas, podemos constatar alguns detalhes interessantes. Das cinco atividades sugeridas podemos relatar que:

Na Atividade 1 – (Quadro de Ideias), dos três grupos investigados, dois afirmaram com convicção sobre uma eletricidade animal, conforme seu conhecimento prévio. Mas durante a Atividade 3 – (A eletricidade da rã ser a mesma do eletróforo) podemos analisar que dos três grupos, dois apontam que a eletricidade presente nesses dois experimentos é de mesma natureza, um representante de um grupo ainda diz que:

Pedro: *“Se formos pensar na questão da eletricidade, sim é a mesma, porém em questão de como é gerada e como ocorreu a transmissão são completamente diferentes”*.

Isso nos faz acreditar que houve um desenvolvimento na compreensão dos alunos desde a atividade 1 até a atividade 3, mostrando que compreenderam que os efeitos que a rã sofria estava ligada às placas metálicas durante o processo, desconstruindo a ideia inicial sobre eletricidade animal.

Sobre a Atividade 4 (Mapa Conceitual sobre como Otimizar o efeito dos pares metálicos) – dos três grupos, apenas dois fizeram; um deles justificou que a otimização do fenômenos elétrico seria obtido utilizando as pilhas voltaicas, estando assim em acordo com o que era esperado como conclusão do que foi trabalhado; no mapa conceitual do segundo grupo duas coisas se destacaram: primeiro o fato de ter um ramo discutindo vários aspectos do trabalho de Volta, porém sem fazer qualquer menção aos trabalhos anteriores, o que pode significar a constituição de uma visão ingênua do trabalho científico. Aparentemente os estudantes não levaram em consideração as influências de Galvani em sua pesquisa. Além disso, os outros conceitos e ideias apresentados no mapa não estavam relacionados com as discussões realizadas em sala de aula, o que leva a crer que resultam de pesquisas em outras fontes, fugindo um pouco do que foi proposto na atividade. Essa atividade, e conseqüentemente seus resultados, foram fortemente influenciados pelas contingências ocorridas no dia da aula.

Quanto a Atividade 2 (Funcionamento do Eletróforo) – dos três grupos, um respondeu e os demais concordaram com sua resposta acerca do funcionamento; claramente fica evidente que a aluna compreendia o fenômeno, apenas não usou de termos específicos para justificar funcionalidade do aparelho. Pela gravação observamos que:

Ana *“Quando se erija uma coisa que seja condutora os elétrons passam para essa coisa, quando outro corpo é tocado o que estava erigido as cargas elétricas passam todas de uma vez só para esse corpo ou a placa”*.

Talvez tenham faltado alguns detalhes, mas há uma tentativa de explicar o fenômeno e foi possível observar que a estudante já tinha conhecimento acerca de alguns termos relacionados ao tema que se estava estudando.

Por fim a Atividade 5 (Atividade Pesquisada) – essa atividade (**APÊNDICE L**) não estava no programa da SD, ela foi desenvolvida mediante os problemas encontrados com a festividade da escola. Achamos que deveríamos acrescentar alguma atividade que permeasse toda a proposta da intervenção e nos ajudasse a agregar valor aos resultados que estávamos buscando como, por exemplo, verificar se o haviam adquirido algum conhecimento com intervenção realizada. Das cinco questões elaboradas nos deteremos nas questões 1, 3 e 4, pois elas estão diretamente relacionadas aos objetivos de aprendizagem que estavam presentes na SD e que, do ponto de vista da pesquisa, estávamos querendo analisar. As respostas foram classificadas como *adequadas, parcialmente adequadas e inadequadas*. Julgamos ‘adequada’ as questões que foram respondidas conforme as orientações expostas em sala sobre a não existência de uma eletricidade animal, sobre as influências das placas metálicas quando em contato com diferentes tipos de metais e sobre como o empilhamento de várias placas pode promover uma intensidade elétrica capaz de ser utilizada em outros instrumentos. ‘Parcialmente adequada’, julgamos as respostas que estão dentro deste contexto, mas talvez não façam uso das palavras corretas para expressar o fenômeno ou conceito. E sobre ‘inadequadas’, julgamos as respostas que fogem às ideias expostas em sala de aula, ou seja, não apresentam compreensão sobre os pontos citados no critério ‘adequado’. E vale ressaltar que essa atividade foi realizada de forma individual.

Questão 1: Vimos pelo menos quatro trabalhos importantes sobre a questão da eletricidade animal, como o de Bassi, Beccaria, Galvani e Volta. Todos eles partilhavam da mesma ideia? Quais as características em comum e quais as que se diferenciam entre esses trabalhos?

Dos 15 participantes, apenas três não entregaram a atividade. Das respostas à essa questão, três foram consideradas adequadas ao que buscávamos do ponto de vista conceitual, por exemplo, a estudante Sandra respondeu:

“Creio que todos acreditavam em um conceito de energia, porém cada um tinha uma ideia diferente, [...] Galvani acreditava que os animais tinham uma energia própria, enquanto Volta acreditava que a energia poderia ser feita através de metais”.

Sete respostas foram consideradas parcialmente adequadas pois traziam afirmações que ou divergiam quanto às concepções dos estudiosos, ou quanto aos métodos para os seus estudos:

Carla: *“Sim, todos estudavam para saber a energia de um animal, só diferenciou os métodos”*.

Tais: *“Sim, a ideia de fazer teste em animais, para verificar a energia. A diferença é que cada um tem um método de fazer esses testes”*.

E dois deram respostas que não deixaram claro qual o seu posicionamento frente ao questionamento, por isso foram consideradas inadequadas.

Sônia: *“Não. Características em comum: nas duas experiências eles aplicaram a eletricidade na pata da rã. Diferença: para Galvani o corpo do animal tinha uma força elétrica e para Volta o animal não possuía carga elétrica apenas reagia as cargas”*.

Questão 3: Vamos fazer a seguinte brincadeira: a partir do que você entendeu acerca da eletricidade animal (1) elabore uma explicação para o fenômeno observado na rã; (2) use a mesma explicação e tente com ela explicar o que acontece no eletróforo. Deu certo? Discuta os resultados de suas observações.

Nessa questão, sete responderam dentro do esperado e suas respostas foram consideradas adequadas, seguem alguns exemplos:

Raquel: *“No meu experimento do eletróforo deu certo sim, e isso só ocorreu porque haviam vários tipos de materiais para realizá-lo do mesmo jeito do experimento da rã, não foi a rã que pulou e sim as cargas geradas que impulsionara ali”*.

Ana: *“(1) no caso a eletricidade está nas placas e não na rã, rã serve como um condutor, a eletricidade está atrelada as placas metálicas e estas aplicam essa eletricidade na rã dissecada. (2) A eletricidade das placas de Galvani é a mesma do eletróforo e a ação da rã está igualada ao choque que levamos ao fim experimento (refere-se o choque sentiram com o eletróforo em sala)”*.

Cinco estudantes responderam à questão de acordo com uma das versões apresentadas. Como a questão deu margem para essa interpretação, consideramos as respostas parcialmente adequadas:

Maria: *“Minha experiência realizada deu certo, cheguei a conclusão que a rã se mexeu mesmo depois de morta por ter eletricidade em seu organismos e por ter meios que conduzam essa eletricidade [..]”*.

Questão 4: Depois de toda a contribuição das rãs para a ciência, o que Volta concluiu do papel delas em seus estudos?

Nessa questão seis respostas foram consideradas adequadas. Como exemplo:

Taís: *“Eles concluíram que a rã não tinha eletricidade, e sim, os materiais colocados nela e ela é um condutor assim como nosso experimento feito em sala”*.

Andreia: *“Volta concluiu que a rã é um agente passivo, condutor, assim conduzia a eletricidade das placas metálicas, fazendo com que ela se mova”*.

Seis respostas foram consideradas parcialmente adequadas, como segue:

Maria: *“ele concluiu seu pensamento que sim, existe como passar eletricidade para a rã depois de morta, mais ela serve como um condutor, a eletricidade vem das cargas”*.

Sandra: *“Foi descoberto que o corpo poderia sim reagir a uma descarga de eletricidade”*.

Vimos que, da primeira atividade até o desenvolvimento da última, houve modificações nos pontos de vista dos alunos em relação aquilo que foi colocado como contexto de discussão e estudo. Mesmo nas falas que divergiram em certos aspectos daquilo que se esperava, ainda assim tiveram algum grau de concordância com parte daquilo que foi aplicado; certas vezes a concordância se relacionava ao episódio histórico, outras à atividade experimental. Aquelas que apresentaram maior concordância, e por isso foram consideradas adequadas, surgem de maneira construtiva a cada aula, e se refletem nas respostas às atividades e interações realizadas no processo de desenvolvimento da SD.

Assim, apresentamos a seguir algumas considerações que emergiram a partir de um olhar acerca de todo o processo de construção da pesquisa que buscou-se apresentar ao longo desse trabalho.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente gostaríamos de ressaltar a relevância do estudo historiográfico para essa pesquisa, tomando-os como base para a elaboração, compreensão e desenvolvimento de um episódio histórico. Em seguida relatar sobre como a História da Ciência pode agregar valor as aulas de física, abrindo espaço para reflexões, discussões, confrontos, argumentação e compreensão das influências socioculturais, políticas e econômicas às ideias científicas ao longo dos séculos.

Em segundo lugar gostaria de esclarecer que esse trabalho é um encerramento de um ciclo que se iniciou em 2014, quando comecei a fazer pesquisas sobre episódios históricos. Naquele estudo surgiu a ideia de desenvolver uma mídia capaz de auxiliar professores em sala de aulas para lidar com alguns temas da física. Durante um (01) ano, fiz pesquisas historiográficas, pesquisas de Software e programas de animações que pudessem me auxiliar na elaboração de uma mídia. O resultado foi um vídeo de 15 minutos de duração que pôde ser apresentado em alguns eventos nacionais (II CONEDU, Campina Grande - PB, SEMEC, Araruna - PB e EPEF, Natal – RN). Através do Programa Institucional de Bolsa a Iniciação Científica (PIBIC) em 2017, sentimos a necessidade de elaborarmos uma proposta didática fazendo uso de abordagem histórica da ciência e inserir a mídia (nesse momento já concluída).

Com isso foi possível, durante o TCC completar o trabalho com a aplicação da sequência e coletar os dados desses anos de pesquisa.

A elaboração do vídeo (o experimento e roteiro histórico) nos proporcionou uma visão mais ampla e contextualizada sobre quais são as possibilidades de se trabalhar com o ensino de ciências em sala de aula. Podemos ainda acrescentar sobre como a própria pesquisa nos permitiu identificar que é possível desenvolver uma didática para aula de física que aborda a História da Ciência com diferentes enfoques, neste caso usando recurso experimental e midiático. Portanto apresentar que essa pesquisa é uma desmistificação da ideia de que o ensino de física deva ser somente matematizado, e que prescindir-la em alguns momentos não compromete na compreensão de alguns estudos, como os realizados ao longo do século XVIII; tampouco impediu que questões atuais emergissem e fossem discutidas; nem desmereceu seu caráter científico.

Em relação à hipótese por nós apresentada - de que o uso de diferentes abordagens metodológicas podem superar as possíveis limitações de seu uso isolado no ensino, foi corroborada pelos resultados da aplicação das atividades e dos momentos de discussão; isso

reforçou nossa defesa de que um ensino que se queira eficaz, frente às demandas atuais da sociedade, deve prover uma variedade de recursos associada à uma abordagem problematizadora, que possibilitem a maior participação de estudantes, levando em consideração a pluralidade de habilidades, competências e saberes existentes em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, J. de P. **Atividades Experimentais: do método à prática construtivista**. 203f. 2000. Tese (Doutorado) – UFSC, Florianópolis.
- BALDINATO, J.O. e P.A. Porto. Variações da história da ciência no ensino de ciências. Atas do **VI Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2008.
- 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 (ed.) **Dicionário de Biografias Científicas**. 2 V., Rio de Janeiro: **Editora Contraponto**, 2007.p.974 – 976
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa (Org). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. e SASSERON, L. H. Abordagens Histórico-Filosóficas em Sala de Aula: Questões e Propostas. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- FEARNSIDE, P. M. A Hidrelétrica de Belo Monte como fonte de gases de efeito estufa: um exemplo dos desafios para Mdiatização da Ciência na Amazônia. In: FAUSTO NETO, A. (org.). **Mdiatização da Ciência: cenários, desafios, possibilidades**. Campina Grande: EDUEPB, 2012, p. 107-123.
- FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. History and Nature of Science in High School: Building Up Paramenters to Guide Education Materials and Strategies. **Science & Education** v.21, p 657-682, 2012.
- FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência com saber escolar: um estudo de caso a partir a história d luz**. 2009. Tese (doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo
- GUERRA, A., FORATO, T. C. M.....In: SILVA, A. P. B. História da ciência e ensino: fontes primárias e propostas para sala de aula / Ana Paula Bispo da Silva, Andreia Guerra (Org). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. **Coleção Contextos da Ciência**. v.1, p. 9 - 287.
- HEBERLÊ, A. Interações possíveis na mdiatização da ciência. In: FAUSTO NETO, A. (org.). **Mdiatização da Ciência: cenários, desafios, possibilidades**. Campina Grande: EDUEPB, 2012, p. 127-141.
- HEILBRON, J. L. Volta, Alessandro. **Dicionário de Biografias Científicas**. Benjamin, C, deitor. Rio de Janeiro: contraponto; 2007, p.2552 – 2565 (Volta, Alessandro, v.3).
- HOBSBAWN. E. J. A era das revoluções, 1789 – 1848/ Eric J. Hobsbawn. São Paulo: **Paz e Terra**. Ed.25ª, 2ª impressão. 2010, p. 5 – 535.

JENSEN, Gerda Maisa; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. As pesquisas de Lazzaro Spallanzani sobre o fenômeno de entorpecimento e dor causado pelos torpedos. **Philosophy & History of Biology/Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 2, 2011.

JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andreia. 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

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P., Bugallo Rodríguez, A. e Duschl, R.A., ““Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics”, **Science Education**, v.84, 757-792, 2000.

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(4): 823-835, 1999.

MARTINS, Roberto de Andrade. 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.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** v.24, p.112-131, 2007.

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.

MORAN, J. M. Novas tecnologias e o re-encantamento do mundo. **Tecnologia educacional**, v. 23, n. 126, p. 24-26, 1995.

OLIVEIRA, R. A. **Explorando Episódios Históricos no ensino de física: O Calor como Radiação em fins do século XVIII**. 98f. 2014. Dissertação (Mestrado) – UEPB. Campina Grande.

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: EDUFERN, 2012.p. 41-64.

PEREIRA, M. E. M; GIOIA, S. C.:.....In: ANDERY, M. A. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**/Maria Amália Pie Abib Andery... et al. - Rio de Janeiro: Garamond, 2007. 436 p.; 21 cm. Bibliografia. ISBN: 85-86435-98-8. 1. Ciência - Metodologia. 2. Ciência - Filosofia. 3.Ciência - História. I. Andery. Cap.15.p.255 – 294.

PINTO, J. A. F; SILVA, A. P. B; FERREIRA, E. J. B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v34, n.1, p 176-196, abr.2017.

PINTO, J. A. F; SILVA, A. P. B. Quadros teóricos-didáticos na perspectiva de design research: um 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.

REZENDE, L. A.; STRUCHINER, M. Uma proposta pedagógica para produção e utilização de materiais audiovisuais no ensino de ciências: análise de um vídeo sobre entomologia. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 45-66, 2009.

REZENDE, L. A. A História das Ciências no Ensino de Ciências: contribuições dos recursos audiovisuais. **Ciência em Tela**. V.1, n. 2, 2008.

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

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SEROGLOU, F.; ADURÍZ-BRAVO, A. Introduction: The Application of the History and Philosophy of Science in Science Teaching. **Science & Education**. V.21, p. 767-770, 2012.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 141-159, 2008.

SILVA, Cibelle Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. As atmosferas elétricas de Benjamin Franklin e as interações elétricas no século XVIII. **Filosofia E História da Ciência no Cone Sul**. Seleção de Trabalhos do 5º Encontro, p. 117, 2008.

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 (no prelo).

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; FREITAS, D. Science teacher education in Brazil: 1950-2000. **Science&Education**, v. 18, p. 125-148, 2009.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – Roteiro Geral

Animação 1:

Olá, que bom que você veio! Essa é uma iniciativa da Universidade Estadual da Paraíba para divulgar História da Ciência.

Nossa proposta é divulgar e aproximar professores e alunos da ciência. Construir um material didático com aprofundamento histórico.

Nossos participantes: Ana Paula Bispo, Alessandro Frederico e Samira Arruda Vicente. Temos o apoio da Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Extensão. E nosso projeto é a Videoteca.

Animação 2:

Vivemos num mundo cheio de tecnologia. Tecnologia esta que nos alegra e nos cerca todos os dias. Com certeza você deve ter em mãos, um celular, um tablete ou um smartphone. Ah! E vocês devem ter chegado aqui de carro. Pois é pessoal, todos esses equipamentos dependem de alguma forma de pilhas ou baterias. Você já parou para imaginar de onde surgiu a pilha? Não! Então, junta toda a galera que aqui você vai descobrir.

Animação 3:

Há mais de 200 anos atrás, o pesquisador italiano Alessandro Volta, desenvolveu a primeira fonte contínua, e reprodutível de corrente elétrica. Foi um passo importantíssimo para o estudo do eletromagnetismo e para o desenvolvimento de componentes elétrico.

Tudo começou em meados do século XVIII quando foram realizados muitos experimentos sobre os efeitos da eletricidade em animais e plantas. Os choques elétricos produziam efeitos em seres vivos, isso já era conhecido, a questão era se esses mesmo efeitos aconteceriam em animais mortos.

Isso foi investigado por Laura Bassi, em 1770. Ela foi a primeira mulher a se doutorar e lecionar na Universidade de Bolonha, onde foi professora de Anatomia, Física e Filosofia. Nos seus estudos Bassi mostrou que rãs e outros animais se contraem quando são submetidos a choques elétricos, mesmo estando mortos. Isso porque as cargas elétricas produzem reações nos corpos desses animais.

E nesse sentido que o estudioso Pe. Giambatista Beccaria defende a ideia que os organismos dos seres vivos, podem não só reagir a eletricidade, mas também produzir eletricidade. Beccaria acreditava que os movimentos e as contrações musculares dos seres vivos eram originadas por uma eletricidade própria. Assim Beccaria realizou experimentos com animais e seres humanos e constatou que a natureza da eletricidade animal é igual a natureza da eletricidade por atrito. Eletricidade por atrito: é a eletricidade gerada por máquinas eletrostáticas.

APÊNDICE B – Roteiro para Encenação (Script)

ESQUETE: A PILHA DE VOLTA

Encenação 1 (Atividades de Luigi Galvani)



Cena 1

Aspecto Físico: Na sua sala de estudo, numa mesa cheia de coisas espalhadas (papéis, livros, fios, máquina eletrostática), Galvani faz algumas afirmações sozinho. (Concentrando e mexendo numa rã).

Galvani: Isso é incrível! Esse bisturi ao tocar na perna da rã, a faz se contrair. Muito curioso isso (PAUSA E OBSERVAÇÃO DO EXPERIMENTO). Será que é essa máquina eletrostática que está influenciando na contração? (OLHA PARA A MÁQUINA). Ou será que a atmosfera é quem influencia? Acredito que o ar conduz algo da máquina até a rã. (GALVANI DE CABEÇA BAIXA FICA MEXENDO NA RÃ COM A CARA DE ESPANTO).

Cena 2

Aspecto Físico: Galvani ao ar livre de frente a uma grade metálica. Em suas mãos, placas metálicas e a rã.

Galvani: Agora não estou próximo da máquina. (COLOCA A RÃ NA GRADE METÁLICA) (DEPOIS DE UM TEMPO) Espere! O que está acontecendo? A rã ainda se contrai, mesmo não estando próxima da máquina?! (PAUSA PARA REFLEXÃO). Então só pode ser a atmosfera que de alguma maneira contribui nessas contrações (CARA DE DÚVIDA).

Aspecto Físico: Dentro da casa, desliga a máquina e fecha as janelas. Utiliza materiais diferentes para tocar a rã.

Galvani: Vejamos, desligarei agora essa máquina e estou com as janelas fechadas, sem que haja a influência da atmosfera externa (PAUSA). Muito estranho, ela ainda se contrai! Se não tenho atmosfera externa, nem interferência eletrostática o que está ainda influenciando na contração? (PENSATIVO E REFLEXIVO). Ah! Será que a contração tem relação com as placas metálicas que estou usando? Já sei, vou tocá-la com outro tipo de material (PROCURA OUTRA COISA PARA MANUSEAR A RÃ). Se eu utilizar essa vareta de madeira (TOCA NA RÃ COM A VARETA). Hum, nada acontece! Não existe contração. Então o metal é quem provoca a contração. Vamos ver novamente? (REPETE O PROCEDIMENTO COM A PLACA DE METAL E FALA). É isso mesmo! (DÁ UM LEVE SORRISO). E se eu mudar o tipo de metal, será que ainda acontece a contração? (TESTA COM OUTRO TIPO DE PLACA METÁLICA). Nossa! Uma contração mais forte. Isso é eletricidade animal.



Encenação 2 (Atividades de Alessandro Volta)

Cena 1

Narrador: Ao tomar conhecimentos dos estudos de Galvani, Alessandro Volta discorda dos resultados.

Aspecto Físico: Em sua sala de estudo. Volta analisa os estudos de Galvani.

Volta: De acordo com essas informações de Galvani, o metal é responsável pela contração da rã, sendo maior a contração quando se usa dois metais diferentes (PENSA INDIGNADO). Isso é um equívoco! Galvani está errado! Não pode existir uma eletricidade animal, ou muito menos um metal gerar fluído nervoso. Absurdo! (E DEIXA CAIR OS PAPÉIS SOBRE A MESA, DÁ UMA VOLTA E RETORNA AOS PAPÉIS).

Aspecto Físico: Ainda analisando os materiais de Galvani se questiona.

Volta: Não acredito nessa ideia de eletricidade animal. Mas se não é um fenômeno biológico como trata-lo? É impossível que o contato dos metais com a rã, gere a eletricidade. Não! Não! Impossível. A rã serve apenas como uma intermediadora para o evento deve existir outra maneira de testar esses fenômenos sem envolvê-la. (DE TESTA FRANZIDA).

Cena 2

Narrador: Como o estudo de Galvani gerou especulações, ele recebe informações que Volta se contrapõe a sua ideia de eletricidade animal.

Aspecto Físico: Galvani olhando as publicações.

Galvani: O quê? Não pode ser! Volta diz que estou errado? Mas existem evidências! O teste com a rã diz que existe uma eletricidade animal. Terei que reformular meus estudos e usar mais argumentos para provar que estou certo (PAUSA). Esses estudos sobre o peixe tornado devem me ajudar de alguma forma. (OLHANDO UMA PUBLICAÇÃO).

Narrador: Galvani tenta assegurar-se da veracidade de seus experimentos. E começa investigar sobre o peixe tornado, que conhecemos hoje como arraias.

Galvani: Esse peixe vai me ajudar a refutar Volta. E provar que estou certo! De acordo com meus estudos, se eu tocá-lo com metal (ELE TOCA E SENTE O CHOQUE), eu sinto sua eletricidade. Mas tocando-o com a vara de madeira nada me acontece. Não consigo enxergar o que Volta vê de errado, publicarei esse novo teste!

Cena 3

Aspecto Físico: Volta fazendo uso dos metais de forma muito estranha.

Narrador: Assim como Galvani, Alessandro Volta resolve buscar estudos já realizados que o ajudem a fundamentar melhor sua posição a Galvani. Volta tinha algum conhecimento de que

pares metálicos geravam sensações quando aplicados a órgãos sensoriais, e também existia estudos realizados nesse sentido, em que ao colocar o metal na língua, nariz ou ouvidos, diversas reações eram produzidas (VOLTA ESTÁ MEXENDO NOS METAIS E APLICA UMA EXTREMIDADE DE UM PAR METÁLICO NA LÍNGUA E SENTE UM SABOR ÁCIDO FORTE. ELE FAZ ISSO E SIMULA ANOTAÇÕES). Ele sabia também que outros estudiosos já haviam verificado o efeito de pares metálicos de zinco com prata, os quais causariam zumbido nos ouvidos e sensações luminosas nos olhos. Dessa forma, existiam semelhanças e diferenças entre os efeitos produzidos por pares metálicos e os efeitos de eletricidade por atrito, também já conhecido na época.

Cena 4

Aspectos Físicos: *Volta na construção de eletróforo*

Narrador: *Alessandro Volta ao perceber que existia eletricidade no sistema analisado e tendo conhecimento de aparelhos que tinham a capacidade de energizar-se, constrói um aparelho chamado de eletróforo, na tentativa de melhor explicar as contrações que as rãs sofriam.*

Volta: *Esse eletróforo vai me permitir produzir cargas contínuas. (FAZENDO AJUSTE NA INVENÇÃO). Melhor conferir se está tudo correto. Bom, aqui a parte metálica coberta de uma película de resina, que me dará isolamento. Atritando essa base, a placa ficará carregada, assim quando eu colocar a outra metade do disco metálico, conseguirei a eletricidade. (OLHANDO PARA UM PAPEL NA MESA E PARA O EQUIPAMENTO VAI CONFERINDO AS ETAPAS). Então tocando aqui (NA PARTE SUPERIOR) passo a funcionar como um fio condutor e o fluxo é deslocado para terra. (TENTAR MOSTRAR OS RAIOS OU BARULHO DAS CARGAS).*

Cena 5

Narrador: *Volta percebe que a eletricidade gerada no instrumento era visível, porém não se dando por satisfeito, resolveu fazer algo que amplificasse os resultados e criou o eletrômetro. Este instrumento era capaz de avaliar o valor da eletricidade gerada, e pode ser explicado assim: colocando dois metais diferentes em contato, um se torna carregado positivamente, e o outro negativamente, porque um desses metais puxou ou atraiu a eletricidade mais fortemente do que o outro. Quando o par metálico era colocado em contato com o condutor passivo, a rã, havia uma passagem de eletricidade através dela, que se contraía.*

Cena 6

Aspectos Físicos: *Volta usando o que futuramente seria a pilha.*

Narrador: *Volta partindo dessa ideia tentou aumentar a ação das placas metálicas empilhando várias delas, ele esperava que ao se somarem ou multiplicarem, os efeitos sobre a rã seriam mais fortes.*

Volta: *Não é possível! Essas placas deveriam me fornecer um aumento no resultado. (MANIPULANDO OS CÍRCULOS DE ZINCO E COBRE). Não, espere, é isso! As placas juntas se cancelam, uma puxa eletricidade da outra. (ELE PODERIA ESTAR DESENHANDO*

O ESQUEMA NO PAPEL). Preciso separá-las, mas não pode ser por um metal, senão irá influenciar nas outras duas placas.

Volta: O que colocar para separar esses metais? Algo que não permita eles se ligarem, mas também não interrompa todo o processo. (ELE PODE SIMULAR PROCURAR ALGUNS MATERIAIS, ATÉ CHEGAR NO PAPEL). Então esse papel resolve?! E se eu molhá-lo? A eletrização pode ser mais forte, pois a água ajuda na eletrização! (REAÇÃO DE QUEM CHEGOU NO QUE QUERIA). Agora, vamos lá “rãzinha” vejamos o que acontece!

Cena 7

Aspectos Físicos: Volta sentado na sua mesa de estudo.

Narrador: E foi assim que surgiu a pilha, cuja nomenclatura se deu, pelo fato de Alessandro Volta ter feito muitos empilhamentos de placas de zinco e prata.

Volta: Publicarei essa minha descoberta na Revista de Londres.

“Queridos amigos da Sociedade Real é com grande prazer que venho apresentar-lhes os estudos que executei sobre a eletricidade. Meus estudos mostram que a pilha pode produzir uma dor insuportável ao ser aplicada a ferimentos e pode agravar ainda mais estes ferimentos e a pele. Assim como também ao ser aplicada na língua produz um sabor ácido ou amargo. Ao ser colocado no nariz, não é possível sentir nenhum cheiro. E aos ouvidos um choque fortíssimo é sentido além do ruído que é difícil de descrevê-lo.

APÊNDICE C – Fotografia da criação de cenário e encenação



Montagem do Cenário



Cenário Alessandro Volta



Cenário Luigi Galvani



Montagem do Cenário



Plano de Fundo



Participantes da Montagem

APÊNDICE D – Criação de Experimentos Históricos



Réplica semelhante à de
Alessandro Volta



Réplica do Eletróforo estudado
por Alessandro Volta

APÊNDICE E – Vídeo “A Pilha de Alessandro Volta”



VIDEOTECA A pilha de Alessandro Volta

2.778 visualizações

50 3 COMPARTILHAR

 História da Ciência e Ensino GHCEN
Publicado em 2 de dez de 2015

[INSCREVER-SE](#)

Produção do Grupo de História da Ciência e Ensino da Universidade Estadual da Paraíba.
Financiamento CNPq (projeto 474924/2012-2)
Apoio: Pró-reitoria de Extensão



APÊNDICE F – Quadro de Ideias

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:

Equipe:



Sugestões para Pesquisas

G1: corpo de menino de 08 anos atrai objetos metálicos;

Terra: Como o peixe elétrico dá choque;

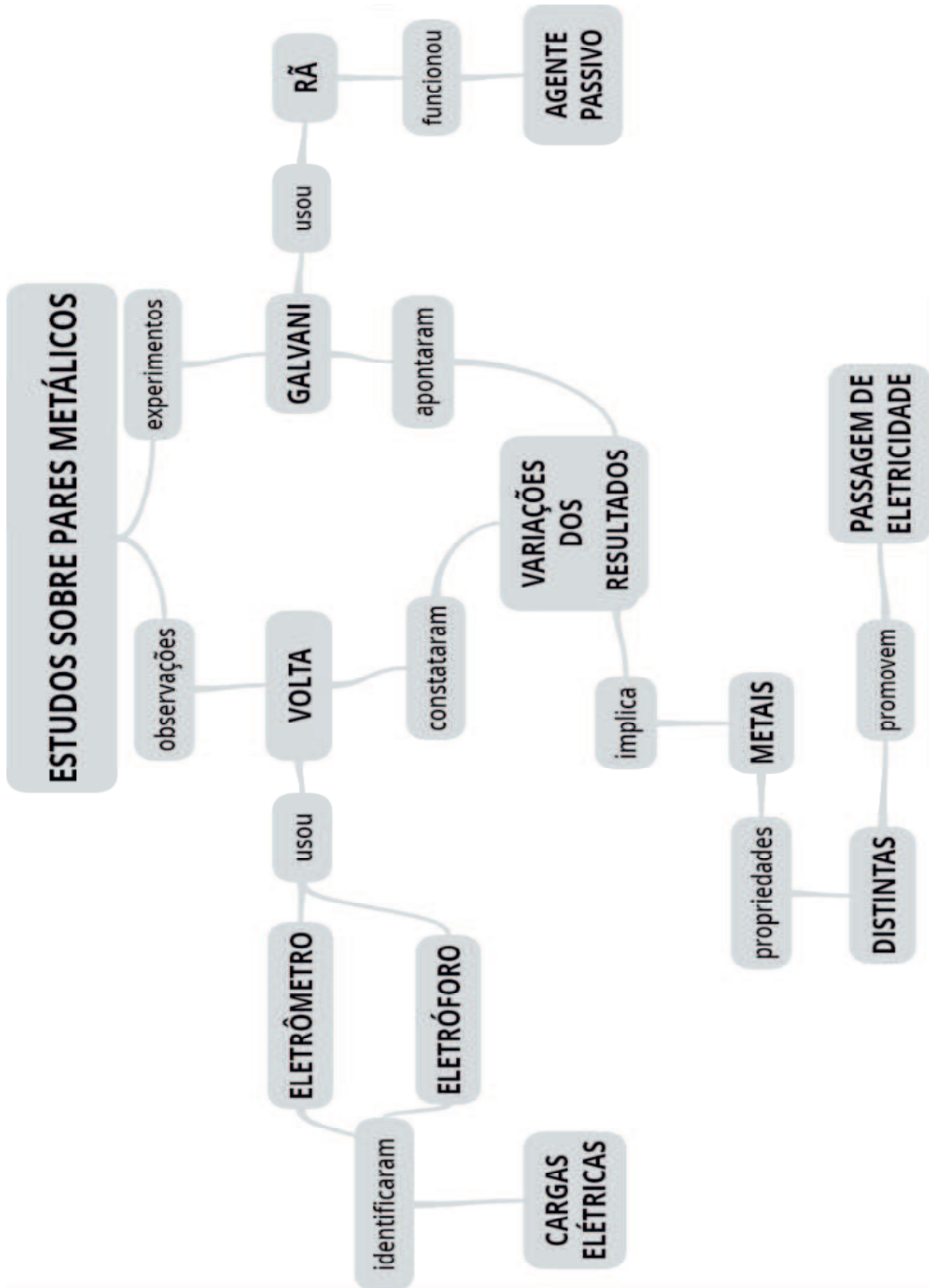
Portal Educação: Eletricidade humana – Nosso corpo produz eletricidade?

Ciência Nerd: Será que os poderes elétricos da ficção existem, ou funcionariam, no mundo real?;

INBEP: Consequências da eletricidade no corpo humano;



APÊNDICE G – Mapa Conceitual



APÊNDICE H – Sugestão de Materiais de Baixo Custo

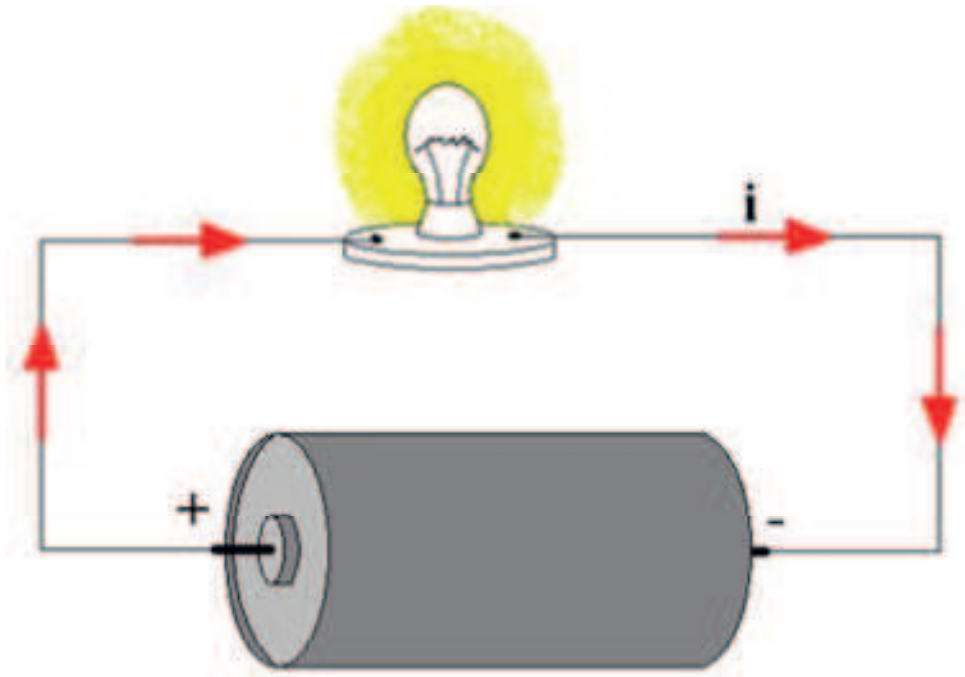
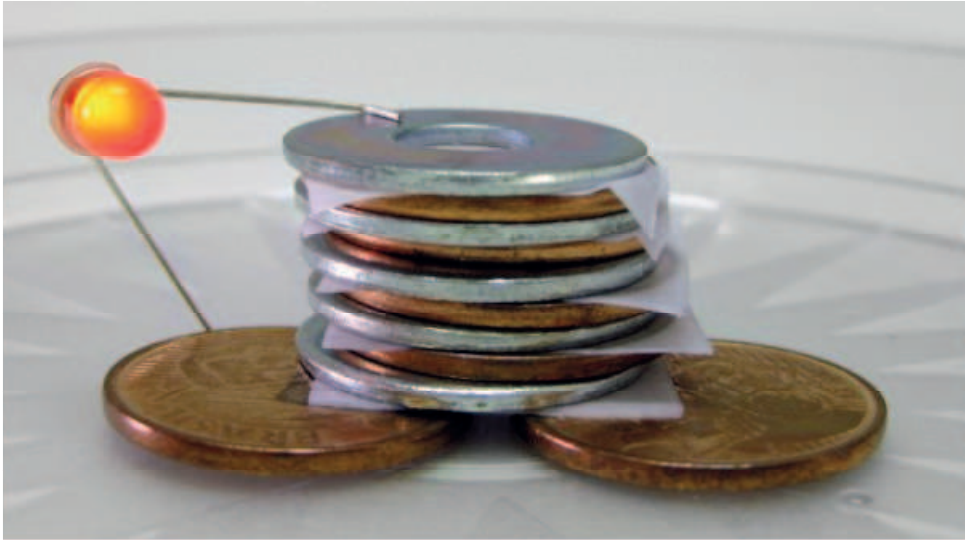
APÊNDICE I – Relato de experiência

Após um longo silêncio, do qual eu não tento me desculpar, tenho o prazer de comunicar ao senhor e através de sua pessoa para a Royal Society, alguns resultados notáveis, aos quais eu cheguei, ao realizar meus experimentos sobre eletricidade excitada pelo simples contato de metais de diferentes tipos, [...] a cujas propriedades eles devem seus poderes condutores. O mais importante desses resultados, [...] é a construção de um aparato que [...] produz distúrbios nos braços etc, [...] O aparato do qual eu falo, e o qual irá, sem dúvida, surpreendê-los, é apenas uma montagem de certo número de bons condutores de diferentes tipos dispostos de certo modo. 30, 40, 60, pedaços ou mais de cobre, ou melhor, de prata, cada um em contato com uma peça de estanho, ou ainda melhor, de zinco, e um igual número de camadas [espaços preenchidos por substâncias embebidas em] de água ou algum outro líquido que seja um melhor condutor que a água pura, tais como, a água salgada, ou barrela e assim por diante, pedaços de papelão ou de couro, etc bem embebidos nestes líquidos; [...] Eu utilizei algumas dúzias de pequenas placas redondas ou discos de cobre ou bronze, ou ainda melhor de prata, de uma polegada de diâmetro aproximadamente (por exemplo, moedas) e um igual número de placas de estanho ou o que é muito melhor, de zinco, aproximadamente da mesma forma e tamanho, digo aproximadamente porque a precisão não é necessária, e em geral o tamanho, assim como a forma dos pedaços metálicos são arbitrários: tudo que é necessário é que eles possam ser arranjados facilmente um sobre o outro em uma coluna. Em seguida utilizei um número suficientemente grande de discos de papelão, de couro, ou de algum outro material esponjoso que pode absorver e reter bastante água, ou o líquido no qual

eles devem ser bem embebidos, para que o experimento tenha sucesso. Estes pedaços, os quais eu chamarei de discos umedecidos, eu fiz um pouco menores que os discos e placas metálicas, de modo que quando intercalados, da maneira que em seguida vou descrever, eles não fiquem salientes. Com todos esses pedaços em mãos em boas condições, isto é, os discos metálicos limpos e secos, e os outros não metálicos bem embebidos em água, [...]. Coloco horizontalmente sobre a mesa, ou base, uma as placas metálicas, por exemplo, uma das de prata, e sobre esta primeira placa, disponho a segunda placa de zinco; sobre a segunda placa, disponho um dos discos umedecidos; em seguida, outra placa de prata, seguida imediatamente por outra de zinco, sobre a qual coloco novamente um disco umedecido. Continuo, portanto, dessa maneira juntando uma placa de prata com uma de zinco sempre na mesma ordem; ou seja, sempre a prata embaixo e o zinco em cima, ou vice versa, conforme eu comecei, e inserindo entre esses pares, um disco umedecido; continuo esse procedimento até formar uma coluna tão alta quanto possa se manter sem tombar [...].

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta

APÊNDICE J – Pilha e circuito simples



APÊNDICE K – Mapa dos Alunos

Mapa Conceitual:

Física

```

graph TD
    A[Estudo sobre os valores das placas metálicas] --> B[Uso]
    B --> C[Observações]
    C --> D[Volta]
    D --> E[Pilhas voltaicas]
    D --> F[pilhas]
    E --> G[constituída]
    F --> G
    G --> H[Circuitos elétricos]
    H --> I[cotidiana]
    I --> J[Lâmpadas]
    J --> K[eficiência]
    K --> L[fornecim]
    L --> M[Otimizar]
    M --> E
    
```

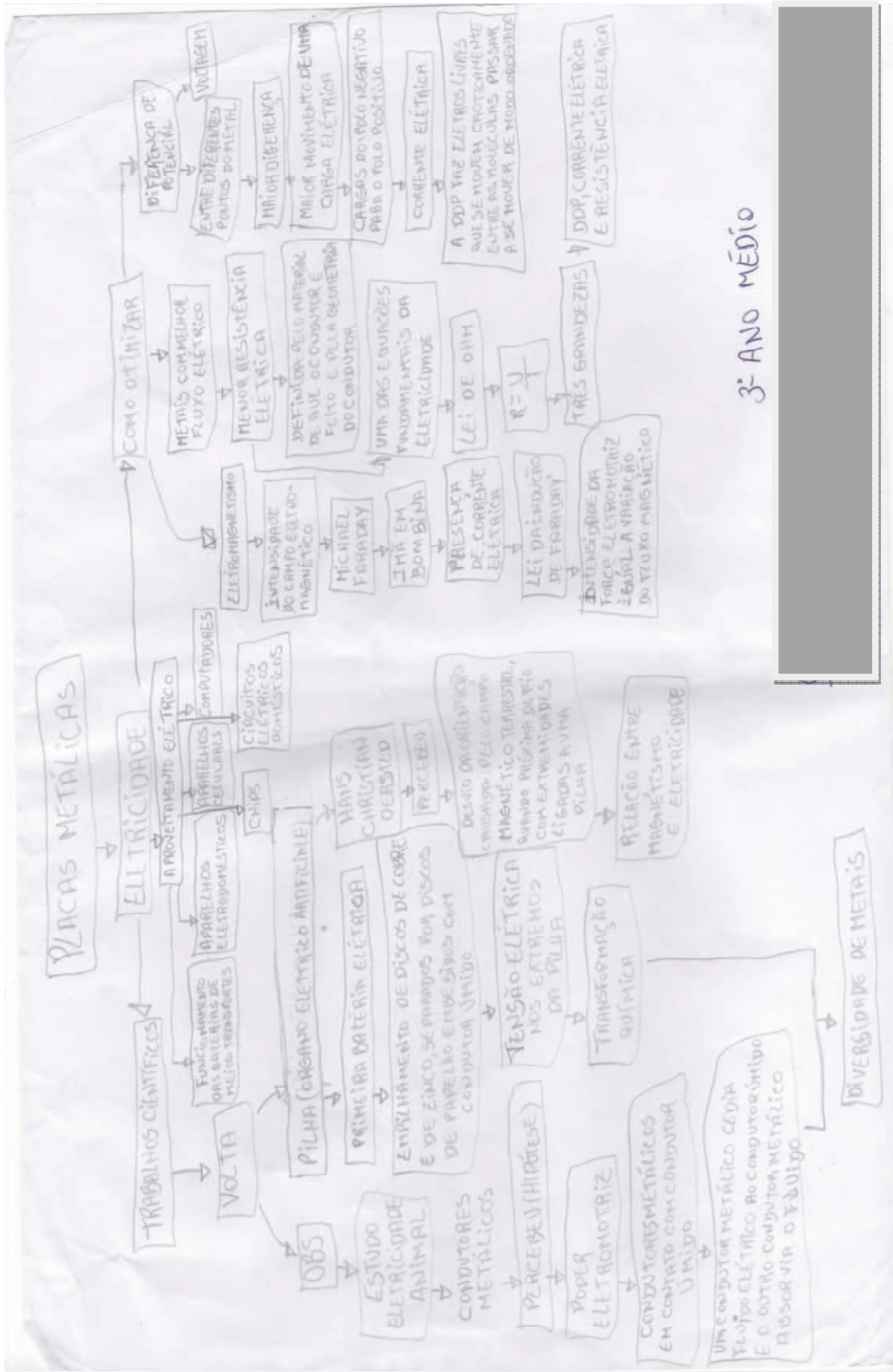
Grupo: [REDACTED]

3º Ano.

life is beautiful

EDERSON

GRUPO A: Raquel, João, Laura e Sonia.



3º ANO MÉDIO

APÊNDICE L – Atividade Pesquisada



Aluno(a):

Professor(a): Samira

Disciplina(a): Física

Turma: 3º Ano – Manhã

EXERCÍCIO DE VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM PESQUISADA – 2º BIMESTRE

1. Vimos pelo menos quatro trabalhos importantes sobre a questão da eletricidade animal, como o de Bassi, Beccaria, Galvani e Volta. Todos eles partilhavam da mesma ideia? Quais as características em comum e quais as que se diferenciam entre esses trabalhos?
2. No conto de Frankenstein a autora Mary Shelley utiliza como ideia inicial (ou premissa) a possibilidade de ressuscitar um cadáver, utilizando para isso a eletricidade. Escolha uma ou mais palavras abaixo, que você achar adequada(s), e utilizando-as explique seu ponto de vista sobre a concepção de ciência utilizada no conto pela autora.
 - Ingênuo
 - Possível
 - Absurdo
 - Contexto
 - Experimento
 - Senso comum
 - Interessante
 - História
3. Vamos fazer a seguinte brincadeira: a partir do que você entendeu acerca da eletricidade animal (1) elabore uma explicação para o fenômeno observado na rã; (2) use a mesma explicação e tente com ela explicar o que acontece no eletróforo. Deu certo? Discuta os resultados de suas observações.
4. Depois de toda a contribuição das rãs para a ciência, o que Volta concluiu do papel delas em seus estudos?
5. Agora, voltando ao conto de Frankenstein, elabore um miniconto utilizando o que você acha que aconteceria se fossem utilizados conceitos científicos adequados de acordo com as conclusões que você chegou após as aulas.

1- Sim, ambos estudaram a energia animal, o que os diferencia são os métodos utilizados para a obtenção de teoria

2- Experimento Pois através do conto de Frankenstein foi interessante descobrimento experimentos para comprovar a eletricidade e despertou interesse nos demais, com intuito de possibilitar mais descobertas científicas

3- A rã se locomove mesmo morta por ter eletricidade em seu organismo e por ter utilizado metais que conduzem essa eletricidade, na 2ª a eletricidade da rã está ligada ao eletrofo, podendo

ANEXO A

Resumo da Obra “Frankenstein ou o Moderno Prometeu” – Mary Shelley.

A história tem o seu início com as quatro cartas que Robert Walton envia para sua Irmã, Margaret, detalhando sua viagem de exploração ao Polo Norte. Em certo ponto, seu navio é cercado pelo gelo, impossibilitando a continuação da viagem. Nesse período, os marinheiros avistaram, em um trenó, uma criatura gigantesca rumando para o norte. Na manhã seguinte, após o gelo se romper, Robert e seus homens resgataram um homem, a beira da morte, que estava flutuando em uma placa de gelo. Depois de alguns dias de repouso no navio, esse homem, cujo nome era Victor Frankenstein, relata a Robert sua história de infortúnios. Victor conta como foi sua vida e relata como a sua amada, Elizabeth, entrou para sua família; como era interessado em descobrir a origem das coisas; a morte de sua mãe e o desejo que ela tinha em que Victor e Elizabeth se casassem. Antes de casar-se, Victor vai para a Universidade de Ingolstadt estudar Ciências Naturais. Após dois anos de estudo, resolve estudar Fisiologia e descobre como animar a matéria sem vida. Então constrói, com partes de cadáveres, um ser gigantesco e lhe dá vida. Quando a Criatura abre os olhos e respira, percebe que infundiu vida em um ser que lhe causa terror e repulsa. Victor então cai em um sono repleto de pesadelos, ao despertar, vê a face horrenda da Criatura, sai correndo desesperadamente pela noite chuvosa e só para quando encontra, descendo de uma carruagem, o amigo de infância, Henry Clerval que veio estudar em Ingolstadt.

Vão à casa de Victor que fica tão feliz em não mais encontrar a Criatura e desmaia. Ficando acamado durante alguns meses tendo Henry como enfermeiro. Ao ter a saúde restabelecida, Victor começa a estudar Literatura junto com Henry. Um dia, recebe a notícia de que Willian, seu irmão mais novo, estava morto. Ele retorna imediatamente a Genebra, e visita o lugar onde seu irmão foi morto. Lá, vê a Criatura e logo deduz que ela era a responsável pela morte de Willian. Ao chegar a casa, seu irmão Ernest diz que Justine Mortiz era culpada pela morte de Willian porque a jóia que ele usava naquele dia foi encontrada em seu poder. Justine foi julgada e condenada pelo crime. Melancólico, com a morte de Justine, Victor vai passear pelas montanhas e encontra a Criatura. Ela implora a Victor para que ouça sua história. Ela conta que após receber vida, pegou algumas roupas e seguiu para a floresta. Ali, aprimorou seus sentidos e aprendeu algumas coisas. Devido a escassez de comida, refugiou-se sob uma cabana. Nesse lugar a Criatura observou o comportamento de seus moradores. Uma família composta por um velho cego de nome De Lacey e seus filhos Felix e Aghata. Eles viviam em Paris e tiveram seus bens confiscados porque Felix ajudou um comerciante turco a fugir da prisão. O turco, em gratidão, prometeu a mão da filha Safie a Felix. Como ela não sabia falar a Língua Inglesa, Felix começa a ensinar-lhe esse idioma. A Criatura assiste a essas aulas e aprende a falar. Depois, encontra uma pasta com alguns livros e toma conhecimento da leitura e escrita. Nessa época, ela encontra, entre as roupas, o diário de Victor, onde descobre sua origem e seu criador e passa a odiá-lo. Esse ódio aumenta quando a Criatura sente-se rejeitada pelos homens. A Criatura vai para Genebra, para encontrar-se com o criador. Um dia, enquanto descansava, vê um menino brincando na floresta. Movida por impulso, agarra o menino que começa a gritar dizendo que seu pai M. Frankenstein o castigaria. Ao ouvir esse nome a Criatura mata o garoto. Logo depois, encontra uma jovem adormecida em um celeiro e coloca em sua roupa a jóia que retirou do garoto. Ao terminar sua história, a Criatura pede a Victor para criar uma fêmea para lhe fazer companhia. Victor concorda com essa idéia e viaja para Inglaterra para construir a nova criatura. Após construir a nova criatura, Victor percebe que está cometendo outro erro e a

destrói antes de lhe dar vida. Isso desperta a ira vingativa do monstro que promete estar presente em sua noite de núpcias. Victor abandona a ilha e chegando na Irlanda é acusado da morte de seu amigo Henry. Ao ver o corpo, desespera-se e cai em um profundo coma. Após recuperar a saúde Victor é absolvido das acusações e retorna a Genebra decidido a casar-se com Elizabeth. Após o casamento, o casal segue para sua noite de núpcias. Victor arma-se e aguarda que a Criatura venha ao seu encontro. Ouve um grito terrível e encontra Elizabeth morta no leito nupcial. Através das vidraças, vê a figura sinistra da Criatura que some no lago. Movido pela vingança, Victor passa a perseguir a Criatura por várias partes do mundo. Essa perseguição só acaba quando fica preso em um bloco de gelo no mar e é salvo por Robert. Assim termina a narrativa de Victor Frankenstein. O que segue foi descrito por Walton. Várias vezes Robert tentou arrancar de Victor informações sobre a criação do Monstro, mas ele negou a dar informação. A saúde de Victor foi piorando a cada dia até culminar com a sua morte. Na noite em isso ocorreu, Robert entra na cabina onde estava o corpo de seu amigo e depara com a Criatura chorando debruçada sobre o cadáver. A Criatura diz que rumaria para o norte, dizendo isso, salta em uma jangada e desaparece na escuridão infinita.

ANEXO B

NASCIMENTO, E; CARVALHO, H. Corpo de menino de 8 anos atrai objetos metálicos, em Goiânia. **G1 Notícias**, 2011. Disponível em:< <http://g1.globo.com/goias/noticia/2011/11/corpo-de-menino-de-8-anos-atrai-objetos-metalicos-em-goiania.html>>. Acesso em: 21 de Abr. de 2018.

REDAÇÃO TERRA. Como o peixe elétrico dá choque? Terra Notícias, 2014. Disponível em:< <http://noticias.terra.com.br/educacao/vocesabia/interna/0,,OI3329461-EI8410,00.html>>. Acesso em: 21 de Abr. de 2018.

COLONISTA DO PORTA. Eletricidade Humana: Nosso corpo produz eletricidade? **Portal da Educação**, 2013. Disponível em:< <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/eletricidade-humana-nosso-corpo-produz-eletricidade/52290>>. Acesso em: 21 de Abr. de 2018.

MIRANDA, L. “Será que os poderes elétricos da ficção existe, ou funcionariam o mundo real?”. **Ciência Nerd**, 2017. Disponível em:< <https://www.blogs.unicamp.br/ciencianerd/2017/04/30/poderes-eletricos-no-mundo-real/>>. Acesso em: 21 de Abr. de 2018.

REDAÇÃO INBEP. As consequências da eletricidade no corpo dos humanos. **INBEP**, 2018. Disponível em:< <http://blog.inbep.com.br/consequencias-da-eletricidade-no-corpo-humano/>>. Acesso em: 21 de Abr. de 2018.