



“Entre a ausência e a ingenuidade”: o caso da abordagem da controvérsia que culminou na invenção da pilha nos livros didáticos de Física.

"Between Absence and Ingenuity: The Case of the Approach to the Controversy That Culminated in the Invention of the Battery in Physics Textbooks."

Daniel dos Anjos Silva
Unicamp-IFGW (PECIM)/ Instituto Federal do Pernambuco
d119269@dac.unicamp.br

Resumo.

Este estudo realiza uma análise detalhada de como a controvérsia entre Alessandro Volta e Luigi Galvani, relacionada à existência da eletricidade animal e que culminou no desenvolvimento da pilha, durante a transição do século XVIII para o século XIX, é abordada nos livros didáticos de física. Além disso, promovemos uma discussão sobre os eventos históricos que precederam essa controvérsia, os quais, em nossa perspectiva, estão intrinsecamente ligados à invenção desse dispositivo. Ao analisar minuciosamente mais de 60 coleções e manuais didáticos de física, bem como os três principais periódicos nacionais, identificamos uma notável omissão no tratamento desse tema. Nas raras ocasiões em que o assunto é abordado, observamos a presença de um conjunto considerável de imprecisões históricas. Acreditamos que este estudo desempenha um papel crucial ao ressaltar uma lacuna na exploração de um tópico de significativa relevância para o ensino das ciências. Além disso, nossa pesquisa contribui para preencher uma lacuna existente, uma vez que esse tema tem sido sub-representado em investigações, especialmente aquelas que se concentram na interseção entre a história da ciência e o ensino das ciências.

Palavras chave: Pilha, controvérsia, materiais didáticos, ensino de física.

Abstract

This study conducts an in-depth analysis of how the controversy between Alessandro Volta and Luigi Galvani, regarding the existence of animal electricity that led to the emergence of the battery in the transition from the 18th to the 19th century, is addressed in physics textbooks. Additionally, we engage in a discussion about the historical events preceding this controversy, which, in our perspective, are intricately linked to the invention of this device. After meticulously analyzing over 60 collections and textbooks in physics, as well as the three main national journals, we have identified a significant gap in the treatment of this topic. In the rare instances where the subject is addressed, there is a notable presence of historical inaccuracies. We believe that this



work plays a pivotal role in highlighting a void in exploring a topic of utmost importance for science education. Furthermore, our research contributes to bridging an existing gap, as this theme has been underrepresented in studies, particularly those focusing on the nexus between the history of science and science education.

Key words: Battery, controversy, educational materials, physics education.

Introdução.

A essencialidade dos fenômenos da eletricidade na vida atual garante à teoria que se propõe explicar esses fenômenos um lugar cativo no currículo do ensino das ciências naturais. Apesar disso, ao se abordar a eletricidade, em comparação com os demais ramos da física, vemos pouca incidência tanto da discussão histórica, mesmo a discussão sobre o papel fundamental de dispositivos como, por exemplo, controvérsias em assuntos científicos, para uma observação mais aprofundada do processo de produção do conhecimento científico serem debatidos a algum tempo. Os materiais didáticos aparentam um foco naquilo que Schwab denominou de “retórica das conclusões” (SCHWAB, 1958), a atenção exclusiva nos produtos da ciência (medidas de alta relevância, modelos, leis, teorias) sem uma devida atenção ao modo como se chega a esses produtos (metodologias, objetivos, procedimentos).

O uso de controvérsia no ensino tem sido defendido a algum tempo na literatura nacional (SILVA, 2019; RAICIK, 2019). Por sua própria natureza, as controvérsias são essencialmente históricas, ou seja, sua utilização no ensino é se insere dentro do quadro geral da utilização da história da ciência que a cerca de 50 anos tem aparência ativa como um dos importantes suportes no ensino de disciplinas científicas (MATHEWS, 1994). Algumas controvérsias já povoam de modo natural os currículos das disciplinas científicas, notadamente as que envolvem algum contorno religioso, alguns exemplos são: biogêneses versus abiogêneses, a idade da terra (terra milenar versus terra antiga), evolução das espécies versus criação, Heliocentrismo versus Geocentrismo. No caso de controvérsias que não possuem essa questão religiosa latente e são concentradas em questões mais específicas do conteúdo científico, a discussão é sempre mais escassa ou até mesmo inexistente.

Uma das controvérsias mais notáveis e relevantes é a disputa entre Luigi Galvani e Alessandro Volta em relação à existência da eletricidade animal. Talvez tenha sido uma das controvérsias mais importantes na história da ciência, mobilizando a comunidade científica durante todo o período do final do século XVIII. Girava em torno de um claro debate científico com respostas e contra respostas, em que cada lado buscava manter sua posição. Além disso, essa controvérsia resultou no desenvolvimento de um dos aparatos mais importantes na história da eletricidade - a bateria elétrica - bem como em um ramo inteiro de pesquisa ligado à eletrofisiologia. Isso teve grande importância para a medicina e as ciências da saúde. Apesar dessa relevância, observamos uma ausência completa dessas discussões em materiais didáticos nacionais relacionados ao ensino de física. Neste trabalho, nossa intenção é discutir essa importância e conduzir um levantamento sobre como os materiais educacionais abordam esse tópico. Com esse propósito, este estudo examina uma variedade de materiais didáticos nacionais, bem como periódicos dentro do escopo do ensino de física nacional, para avaliar o episódio, com auxílio de materiais históricos originais e fontes especializadas sobre o tema, e identificar imprecisões e simplificações que o tornam ingênuo.

Material Analisado para a discussão.

Para estabelecer um panorama da inserção desse tema nas discussões didáticas no âmbito nacional, no campo do ensino de física, utilizamos o arquivo do Centro de Documentação para o Ensino de Ciências da Unicamp (CEDOC) da Unicamp, que está integrado à biblioteca da Faculdade de Educação. Este centro conta com um acervo de teses, dissertações e materiais didáticos a respeito do ensino de ciências naturais que compreendem um período que vai desde as primeiras publicações consideradas como pertencentes ao campo de ensino de ciências, até os tempos atuais. Fazem parte do acervo várias coleções de livros didáticos nacionais que foram avaliadas pelo Programa Nacional de Livro Didático (PNLD), que constitui a principal fonte de livros textos que atendem o ensino médio Brasileiro.

A análise foi realizada em cerca de 60 (sessenta) títulos, entre livros de física de várias coleções do Ensino Médio, produzidos por editoras nacionais, compreendendo várias edições do PNLD e alguns produzidos antes da primeira edição do programa voltada para o Ensino Médio. A primeira edição do PNLD que abrangeu as três séries do Ensino Médio foi em 2004, os livros em análise compreendem desde de 1980.

Com o objetivo de compreender os aspectos abordados nos livros didáticos e fortalecer a análise ao estabelecer potenciais correlações, também investigamos as três principais revistas de abordagem ao ensino de física, as quais têm alcance nacional. Estas são detalhadamente apresentadas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Periódicos Nacionais voltados ao ensino de Física

Revista	Enfoque	Ano de lançamento
Revista Brasileira de Ensino de Física	Nos primeiros anos tinha um enfoque eclético mas depois passou a se dedicar ao ensino de física universitário.	1984
Caderno Brasileiro e Ensino de Física	Possui uma abordagem integrada em pesquisas no ensino de física em geral para vários níveis.	1984
A Física na Escola	Mais voltadas a discussões que interessam ao professor de ensino médio.	2000

A análise foi conduzida com o propósito de examinar o tópico abordado nos livros de física das diversas coleções, a maioria contida no terceiro livro (o qual trata dos fenômenos elétricos). Inicialmente, foi realizada uma leitura preliminar para obter uma compreensão geral, seguida de uma leitura minuciosa na qual foram feitos registros detalhados dos aspectos relacionados ao tema à luz de uma abordagem histórica.

Para definir os parâmetros de análise e orientar a coleta de dados, foi conduzido um estudo que englobou fontes originais e secundárias altamente especializadas sobre o assunto. As principais fontes utilizadas são citadas na Tabela 2 como referência.

Obra	Autor	ano
De viribus electricitatis in motu musculari commentarius	Luigi Galvani	1791
On the Electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds	Alessandro Volta	1800
The history and present state of electricity with original experiments	Joseph Priestley	1767
Experiments and observations on electricity	Benjamin Franklin	1751
La rana Ambigua: la controversia sull'electricità animale tra Galvani e Volta	Marcelo Pera	1986
Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade	André Assis	2010

Tabela 2: Principais fontes primárias e secundárias usadas na análise¹.

Antes de procedermos à análise dos pontos levantados na investigação, iremos traçar um panorama histórico dos estágios prévios da eletricidade. Acreditamos que isso proporcionará o contexto apropriado para a análise e, ao mesmo tempo, solidificará a relevância do tema em questão.

Um breve panorama sobre a conjuntura que teve como um dos seus produtos a pilha de Volta.

Em meados da década de 60 do século XVIII a eletricidade era uma ciência ainda incipiente, concentrando-se principalmente na descoberta e classificação de novos efeitos da elétricos, não despertava interesse dos principais cientistas da época. A mecânica, que após o Principia de Newton havia atingido um alto nível de precisão e rigor, era a que atraía mentes como d'Alembert, Lagrange, Laplace, Cassini, Euler e outros consagrados físicos daquele tempo. Esse desinteresse fica evidente, por exemplo, em uma análise sobre a vida e obra de d'Alembert, que talvez tenha sido um dos mais respeitados das décadas intermediárias do século XVIII, por Michel Paty.

“[...] A separação, se existiu, era antes entre a física teórica e a física experimental. Pois d'Alambert, diferente de muitos outros cientistas da época, não se interessou pelas ciências somente empíricas, tais como o calor, a eletricidade, o magnetismo.” (PATY, 2005).

O próprio Newton, que viveu até 1727, possuía um conhecimento limitado sobre eletricidade. Alguns afirmam que ele pode ter minimamente prejudicado o desenvolvimento da eletricidade ao impedir a publicação de certos trabalhos de Stephen Gray. Após a morte de Newton, Gray acabaria por realizar descobertas sobre condutores e isolantes (ASSIS, 2010). O

¹ O trabalho de Galvani está sendo utilizado na tradução do latim para o italiano, cuja versão para o português é de um doutorado em curso desenvolvido pelo autor. O trabalho em questão encontra-se nas “*Opere Scelte di Luigi Galvani, a cura di Gustavo Barbensi*” da *Unione Tipografico Editrice Torinese* de 1967, que contém toda a obra científica de Galvani. A versão da carta de Volta é a de Assis e Magnaghi, publicada pelo caderno brasileiro de ensino de Física, e o trabalho de Franklin está sendo utilizado traduzido em espanhol por Joaquín Gámez. O restante das obras estão na versão original.

interesse nos fenômenos elétricos entre os grandes físicos (ou geométricos) do Iluminismo apenas começou após a publicação das memórias de Coulomb. Coulomb utilizou uma balança de torção para propor uma lei matemática, similar à lei da gravitação de Newton, que refinou de maneira precisa e matematicamente rigorosa a compreensão qualitativa que tínhamos sobre as interações elétricas.

Simultaneamente aos experimentos e à publicação das memórias de Coulomb, outra linha de pesquisa em desenvolvimento na Itália daria origem a uma das controvérsias científicas mais importantes e seus desdobramentos posteriores transformaram radicalmente o mundo: a disputa entre Alessandro Volta e Luigi Galvani sobre a eletricidade animal. Essa disputa surgiu na última década do século XVIII, mas foi precedida por uma série de desenvolvimentos anteriores diretamente relacionados a esse período, os quais merecem ser mencionados aqui.

A era dos eletricitistas

Como previamente abordado, os notáveis geômetras do século das Luzes demonstraram maior interesse por disciplinas matematicamente mais consolidadas, tais como a mecânica e suas ramificações, a mecânica celeste, a ótica geométrica e a mecânica dos fluidos. A eletricidade permaneceu, durante muito tempo, nas mãos de cientistas amadores, alguns deles bem instruídos ou com posições sociais elevadas, embora não tenham sido notoriamente reconhecidos por suas habilidades matemáticas.

A pesquisa no campo da eletricidade efetivamente começou com o trabalho de William Gilbert em 1600. Ele escreveu um tratado intitulado “De Magnete”. Antes dele, o que era conhecido consistia no efeito do âmbar, que é a experiência elétrica mais antiga registrada na história. Atribui-se frequentemente a Tales de Mileto em fontes antigas, com sua mais antiga menção documentada ocorrendo em um diálogo de Platão, o *Timeu*. No entanto, Assis argumenta que esse fenômeno é mais antigo e, na realidade, foi descoberto muito antes por pessoas que manipulavam o âmbar para a criação de enfeites ou objetos similares.

“[...]É bem provável que muitas pessoas que trabalhavam com âmbar, o comercializavam ou que simplesmente o manipulavam, tivessem observado bem antes de Platão e de Tales que ele tinha a propriedade de atrair corpos leves ao ser atritado, embora não existam relatos históricos comprovando esta suposição.” (ASSIS, 2010, p.21).

Gilbert reproduziu o efeito do âmbar e realizou a primeira classificação entre materiais elétricos e não elétricos, dando início à primeira linha de pesquisa sobre eletricidade. Ele considerava materiais elétricos aqueles que, como o âmbar, atraíam pequenas partículas quando atritados. Os não elétricos eram aqueles que não apresentavam essa característica. A pesquisa de Gilbert envolveu a classificação de diversos materiais nesses dois grupos. Esse período de estudo é refletido nos escritos da *Academia del Cimento* na Itália, considerada a primeira academia de ciências do mundo (ROSSI, 2002). No primeiro manuscrito publicado pela academia em 1666, existe uma seção dedicada a experiências com eletricidade: “experiências relacionadas ao âmbar e a outras substâncias com propriedades elétricas” (CIMENTO, 1666, p. 227), onde são incluídos diversos novos materiais na classificação de Gilbert.

Ilustres figuras como Nicolaus Cabeus, Robert Boyle e até Francis Bacon (PRIESTLEY, 1775) contribuíram com tais classificações. No entanto, o avanço significativo na construção de dispositivos elétricos foi liderado por Otto von Guericke, que também realizou outra proeza

científica notável ao inventar a bomba de vácuo. Guericke desenvolveu um dispositivo para gerar eletricidade, que pode ser considerado a primeira máquina elétrica. Seu objetivo era eletrizar um globo de enxofre que construiu ao derreter enxofre em um bulbo de vidro, inserindo uma haste de madeira (como cabo) e quebrando o vidro após o enxofre se solidificar (PRIESTLEY, 1775, p. 10-13; ASSIS, 2010). Guericke criou um suporte e uma espécie de manivela que ele girava enquanto mantinha a mão sobre o globo, provocando sua eletrização. Essa máquina, como ilustrado na figura (), mais tarde foi aprimorada por Hauksbee e serviu de base para máquinas elétricas por um longo período (PRIESTLEY, 1775).



Figura 1: representação do experimento e da máquina de Guericke.

Hauksbee, em uma tentativa de replicar o experimento de Guericke, realizou um teste que ficou conhecido como "fantasma elétrico". Ele construiu um globo de vidro contendo ar rarefeito, que poderia ser eletrizado por meio do toque manual ou usando um pano de algodão. Esse dispositivo de eletrização era semelhante ao de Guericke, mas com algumas melhorias. Durante uma demonstração na Royal Society em 1706, uma luz azul pôde ser vista no interior do globo, o que os presentes chamaram de "fantasma elétrico" (PRIESTLEY, 1775, p. 10-13; ASSIS, 2010; PERA, 1986). Esse experimento desempenhou um papel crucial no próximo passo decisivo no campo da eletricidade: a descoberta de condutores e isolantes. Em um experimento, Stephen Gray tentou aprisionar o "fantasma elétrico" revelado por Hauksbee dentro de um tubo de vidro, cujas duas extremidades eram vedadas com rolhas de cortiça. Nesse momento, ele notou que uma penugem era atraída pela rolha que não havia sido eletrizada e que era considerada um material não elétrico (não demonstrava características de atração). Nas palavras de Gray, citado por Assis:

“A primeira experiência que fiz, foi ver se podia encontrar qualquer diferença na sua atração, quando o tubo [atritado] estava vedado nas duas extremidades pelas rolhas, ou quando deixado aberto, mas não pude perceber qualquer diferença sensível. Mas ao manter uma penugem defronte da extremidade superior do tubo, descobri que ela ia para a rolha, sendo atraída e repelida por ela, assim como era [atraída e repelida] pelo tubo quando ele havia sido excitado pelo atrito. Mantive então a pena defronte da extremidade plana da rolha, que atraía e repelia muitas vezes; fiquei muito surpreso com isto, e concluí que certamente uma virtude atrativa havia sido comunicada à rolha pelo tubo excitado.” (ASSIS, 2010, p. 242)

Em 1731, uma descoberta crucial abriu um novo campo de pesquisa: a reclassificação de materiais por Gray, que passaram de elétricos e não elétricos para condutores e não condutores. Isso possibilitou o estudo da condutividade dos materiais. Essa ideia de condução de fluido elétrico

também levou à especulação sobre o armazenamento de eletricidade, culminando na importante invenção da "Garrafa de Leyden".

A "maravilhosa" garrafa, nas palavras de Benjamin Franklin (PERA, 1986), ganhou popularidade entre a comunidade de eletricitistas devido a um acidente ocorrido no laboratório de Peter von Musschenbroek. Musschenbroek, um professor de física na Universidade de Leiden, na Suíça, em 1745, tentou armazenar "fluido elétrico" em uma garrafa de vidro usando uma máquina elétrica e um fio condutor. Um de seus assistentes, Cunaeus, segurava a garrafa enquanto outro segurava o condutor, tentando introduzir o fluido elétrico na garrafa. Ao tocar acidentalmente o condutor, Cunaeus recebeu um choque muito desconfortável (PERA, 1986).²

A garrafa de Leyden foi um dos dispositivos elétricos mais amplamente utilizados nas décadas seguintes à sua invenção. Tratava-se de um aparelho portátil, ao contrário das máquinas elétricas. Embora ainda precisasse ser carregada, era tanto ativo, fornecendo descargas elétricas imediatas e localizadas, quanto passivo, uma vez que se tornou um instrumento para demonstrar a equivalência de fenômenos elétricos. As garrafas de Leyden estabeleceram um padrão para identificar a natureza elétrica de fenômenos; bastava carregar uma garrafa de Leyden para determinar se um fenômeno era elétrico.

Um dos maiores beneficiários dos estudos sobre a garrafa de Leyden foi Benjamin Franklin. Ele conduziu uma série de investigações sobre esse dispositivo, compreendendo seu funcionamento, descrevendo detalhadamente o processo de carga e desenvolvendo vários dispositivos baseados na garrafa de Leyden (FRANKLIN, 1988).

Todo esse período de desenvolvimento foi condensado por Joseph Priestley em uma das obras mais significativas da história da eletricidade, um livro escrito em 1767, "*A história e o presente estado da eletricidade*". Nesse livro, ele relata os aspectos históricos e o progresso até aquele momento, incluindo os desenvolvimentos contemporâneos. Essa complexidade foi sintetizada por Priestley, condensando 150 anos de tradição de pesquisa que criou o ambiente propício para o desdobramento de uma controvérsia absolutamente interessante. Dois dos principais protagonistas dessa controvérsia foram Alessandro Volta e Luigi Galvani. Eles deram início a um novo patamar na história da eletricidade e da civilização humana.

Galvani e o *Comentários* contra Volta

Em 1782, Luigi Galvani acidentalmente observou um notável fenômeno de interação entre a eletricidade gerada por uma máquina elétrica e o corpo de uma rã dissecada sob condições especiais. Ele descreveu esse evento como um "fenômeno maravilhoso", que mais tarde detalhou em seu trabalho intitulado "Comentário Sobre a Força da Eletricidade no Movimento Muscular" de 1791. Galvani narra sua investigação a partir dessa descoberta, explicando como havia dissecado e colocado uma rã sobre uma mesa com uma máquina elétrica carregada próxima, sem que a rã estivesse em contato direto com o condutor da máquina. Quando um de seus assistentes tocou os nervos internos da rã com a ponta de uma lanceta, os músculos dos membros da rã se contraíram violentamente, como convulsões tônicas. Essas contrações também foram observadas por outros enquanto uma faísca elétrica era disparada pela máquina, levando Galvani a refletir sobre essa descoberta.

O trabalho de Galvani foi dividido em quatro partes. Na primeira parte, ele repetiu a experiência com a rã, isolando várias variáveis que poderiam ter causado o fenômeno, como a

²O mesmo fenômeno tinha sido observado por outro cientista, Ewald Kleist de Leipzig, um pouco antes do experimento conduzido em Leyden. No entanto, o que se tornou mais notório e é associado ao nome da garrafa é o experimento liderado por Musschenbroek.



troca de materiais e dimensões. No segundo capítulo, Galvani realizou experimentos para eliminar o efeito da eletricidade atmosférica como causa das contrações das rãs. Ele demonstrou que as contrações eram devidas tanto a máquinas elétricas quanto à descarga de garrafas de Leyden, mas também poderiam ser influenciadas pela eletricidade atmosférica. Um momento importante em suas pesquisas ocorreu em 1786, quando observou contrações em uma rã causadas por um gancho de ferro tocando uma lâmina de ferro durante uma tempestade. Galvani realizou testes com arcos metálicos, identificando que arcos bimetálicos produziam contrações semelhantes às observadas anteriormente com a descarga de uma garrafa de Leyden. Ele também conduziu experimentos em animais de sangue quente para explorar os efeitos elétricos em seus corpos, concluindo que os corpos dos animais produziam diferenças de potencial elétrico.

Luigi Galvani propôs que os animais vivos possuíam uma fonte de energia elétrica em seus corpos, localizada no cérebro, especulando sobre implicações médicas e a explicação de doenças relacionadas ao sistema nervoso, como a epilepsia.

A teoria de Galvani foi contestada por Alessandro Volta que desenvolveu suas próprias pesquisas sobre eletricidade animal. Volta questionou o papel do arco condutor na teoria de Galvani, sugerindo que ele não induzia eletricidade, mas sim restabelecia o equilíbrio elétrico. A disputa entre as ideias de Galvani e Volta continuou, com experimentos e respostas publicadas por ambos os lados. Volta defendia que o responsável pelas contrações eram na verdade o contato entre os distintos metais (PERA, 1986, p. 115-128). A disputa culminou com experimentos que mostraram contrações em uma rã causadas pelo contato de metais, o que impactou a teoria de Volta. Volta revidou anos depois com a invenção do seu órgão elétrico: a pilha.

A pilha

Em 1800, Volta enviou uma extensa carta ao secretário da Royal Society, na qual detalhava a criação daquilo que ele denominou de "órgão artificial elétrico". A carta, dirigida a Joseph Branks, que à época era o presidente da Sociedade em Londres, estava datada de março de 1800 e foi lida em 26 de junho do mesmo ano. A carta era intitulada "Sobre a eletricidade excitada pelo simples contato entre substâncias condutoras de tipos diferentes".

Volta chamava de órgão elétrico natural

Este aparelho, similar na Essência como demonstrarei, e mesmo pela maneira como construir, também na forma, ao órgão elétrico natural do torpedo, da enguia elétrica, etc mais do que garrafa de leite e as baterias elétricas conhecidas gostaria de chamar a este aparelho de órgão elétrico artificial

Volta apresenta detalhadamente dois tipos de pilha e faz diversos experimentos com eles. A mais conhecida em forma de coluna:

Vai dormir boa então horizontalmente como base uma mesa qualquer e sobre essa mesa um disco metálico, por exemplo de prata, e sobre este primeiro, um disco de zinco; sobre esse disco coloco um dos discos umedecidos depois um outro de prata, em cima desse um de zinco e posteriormente um disco umedecido[...] Continuo até formar várias dessas camadas uma coluna tão alta que possa se sustentar sem cair.

E uma que ele chamou de coroa de taças:

E para começar com uma variação que reunido mais ou menos todas essas vantagens, difere mais, quanto à sua forma, do aparelho em coluna acima descrito mas que tem a desvantagem de ser mais volumoso; apresento este novo aparelho, que chamei de coroa de taças [...] Disponha-se então uma série de taças ou copo, de qualquer material, exceto os metálicos, taça de madeira, de concha, de argila, ou melhor de cristal copos pequenos ou grandes para beber

são os mais indicados cheias pela metade de água pura ou melhor de água salgada ou de li Lixívia. todas são em comunicação entre si formando uma espécie de cadeia, por meio das Das quais um braço aa vírgula ou somente a extremidade a que está imersa em Duas Taças é de cobre vermelho ou Amarelo ou melhor, de cobre prateado e a outra extremidade Z, que está imersa na taça seguinte é de estanho ou melhor ainda de zinco.

A partir desse feito, Volta ganhou reconhecimento global, pois o dispositivo de fácil replicação possibilitava uma fonte contínua de eletricidade, dispensando a necessidade de recargas. Esse aparelho, celebrado internacionalmente, rapidamente entrou na produção industrial e foi empregado em várias aplicações (ASSIS e CHAIB, 2014).

Imprecisões e omissões sobre o episódio da pilha em materiais didáticos.

Quanto aos livros didáticos examinados, alguns pontos despertam atenção em relação a esse evento de grande importância na história da eletricidade. O primeiro aspecto, notável e marcante, é a ausência quase que completa de contextualização ou elementos históricos na maioria esmagadora dos livros ao apresentarem o tema da pilha. De todas as mais de 60 coleções analisadas, apenas 6 delas oferecem alguma menção a certos aspectos históricos relacionados à invenção da pilha.

Além disso, há a omissão da faceta controversa deste período. Ao considerar toda a amostra examinada, apenas uma das coleções aborda claramente a questão como uma disputa científica.

Luigi Galvani (1737, 1798) foi um médico italiano que realizou experimentos sobre eletricidade nos quais investigou seus efeitos nos tecidos animais. Em um de seus estudos de anatomia, percebeu que os músculos das patas de uma rã se contraíam quando se encostavam ao corpo do animal, duas placas de metal carregadas com carga de natureza diferente. Embora hoje a ideia seja totalmente absurda, Galvani presumiu que tal fenômeno era devido à eletricidade animal, pois, o peixe elétrico já era conhecido. A importância desses estudos reside no fato de que eles desencadearam o desenvolvimento do conceito de voltagem e a invenção da bateria.

A ideia de Galvani foi contestada pelo físico italiano Alessandro Volta (1745 - 1827), que, ao analisar detalhadamente os fenômenos, chegou à conclusão de que a contração das patas da rã não se devia à eletricidade animal e sim às placas de metal.

Volta, percebeu que não era o tecido orgânico da rã responsável pelo fenômeno. E concluiu que a condição para que houvesse a circulação elétrica em determinado circuito era a existência de condutores de 2 tipos intercalados.

Seus experimentos levaram a construção da pilha de volta, considerada o primeiro tipo de Pirajá inventado. Esse dispositivo contava com várias Placas de cobre, zinco e papelão umedecido em uma substância ácida. Essas Placas foram intercaladas e sobrepostas, formando assim uma pilha, daí a origem do nome.(SILVA e BARRETO FILHO, 2010, p.14)

Há, evidentemente, algumas imprecisões, como no trecho do livro, mesmo sendo este o mais abrangente e sólido extrato histórico sobre o tema. O trecho menciona que Galvani "percebeu que os músculos das patas de uma rã se contraíam quando se encostava ao corpo do animal, duas placas de metal carregadas com carga de natureza diferente", o que não se alinha ao acontecimento

histórico. As contrações foram primeiramente observadas quando uma máquina elétrica estava carregada sobre a mesa durante a execução do experimento e com arcos bimetálicos de natureza diferente. Além disso, Galvani seguia a perspectiva teórica de Franklin, na qual não havia distinção entre dois tipos de carga, apenas ausência e excesso.

A diminuição da contribuição do trabalho de Galvani no processo é notável, visto que apenas 2 coleções da amostra analisada fazem referência a Galvani, ambas com imprecisões. A coleção "Quanta Física":

O outro pólo de desenvolvimento dos estudos da eletricidade na Europa no século 18 foi a Itália, onde o médico Luigi Galvani 1737 a 1798 descobriu que a eletricidade causava contrações musculares. Cerca de 20 anos se passaram e o físico Alessandro Volta. 1745 1827 construiu a primeira bateria elétrica. Montando uma pilha de placas de diferentes metais intercalados separados por uma solução Ácida.(MENEZES et al, 2010, p.169)

E sobre o trecho anterior, já mencionado, a coleção "Quanta Física" menciona Galvani e Volta de uma maneira que não esclarece a disputa entre os dois cientistas; ao contrário, sugere uma separação temporal entre suas contribuições. No entanto, a omissão mais significativa do trabalho de Galvani e da controvérsia envolvida ocorre, sem dúvida, nas coleções "Os Fundamentos da Física" (RAMALHO, NICOLAU e TOLEDO, 1999) e "Física para o Ensino Médio" (FUKE e KAZUHITO, 2010). Embora essas coleções ofereçam uma densa exploração histórica, elas sequer citam o trabalho de Galvani. A primeira delas dedica mais de uma página ao que chama de "História da Física: do âmbar à pilha voltaica", mencionando vários nomes como Tales de Mileto, Gilbert, Du Fay, Guericke, Franklin, Coulomb e Volta, mas Galvani não é mencionado. A segunda coleção apresenta um tópico intitulado "A Trilha da Energia", na seção "Outras Palavras", onde relaciona Volta a Benjamin Franklin, mas não dedica uma única palavra ao trabalho de Galvani.

Todos os trechos que mencionam a pilha se concentram na construção "empilhada" em forma de coluna da pilha de Volta, que lembra o nome (que, aliás, nunca foi proposto por Volta, ele se referia a um "órgão elétrico artificial", fazendo uma analogia com o órgão elétrico natural dos peixes elétricos). Nenhum deles faz menção à "coroa de taças", que é muito semelhante às pilhas líquidas apresentadas nos livros de química. No entanto, a construção da pilha líquida é atribuída a John Daniell, embora, como mostram Costa e Porto (2021), a pilha de Daniell seja bastante diferente daquela atribuída a ele.

Existem outras considerações e detalhes que os livros didáticos não abordam, como a primazia da explicação química sobre o funcionamento da pilha, que não é de Volta, mas sim de Gautherot, Wollaston e Parrot, ocorrida após a invenção da pilha e contemporânea aos esforços de Volta para estabelecer a teoria do contato metálico, anterior à construção da pilha, como apontado por Fabbroni (GLIOZZI, 1936). Apesar dessas observações, dado o padrão generalizado de omissão sobre o assunto, optamos por abordar apenas os aspectos que consideramos mais notáveis.

Considerações Finais

A construção da pilha sincera possui um profundo contexto que pode oferecer diversas lições para aprimorar o ensino de ciências, especialmente no que se refere ao ensino de física e química. Ela proporciona um caminho natural para a interdisciplinaridade entre essas duas



disciplinas, uma vez que é um tópico presente nos currículos de ambas. Ao abordar esse tema sob a perspectiva de controvérsias, é possível discutir o papel das disputas científicas, que muitas vezes contribuem para visões distorcidas no ensino de ciências. A pilha sincera se apresenta como uma porta de entrada para uma abordagem na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA), uma vez que é um elemento central na evolução tecnológica que teve um impacto profundo no século XIX. Vale ressaltar que, mesmo nas pilhas mais avançadas de hoje em dia, o princípio de funcionamento ainda se mantém o mesmo.

Entretanto, os materiais didáticos muitas vezes não oferecem uma contextualização histórica adequada sobre o período em que a construção desse dispositivo está inserida na história da eletricidade. Isso pode ser reflexo da pesquisa científica sobre o tema, uma vez que, ao analisarmos os principais periódicos atuais, notamos uma carência na discussão desse assunto. Em toda a extensão dos anos de publicação desses periódicos, foram encontrados apenas quatro artigos que abordam diretamente a temática da pilha sincera. Entre esses artigos, um deles consiste na tradução da carta de Volta para o português, enquanto outro trata da pilha de Daniell. Galvani, por sua vez, é mencionado de forma limitada nesses periódicos.

Este trabalho busca chamar a atenção para uma lacuna na abordagem desse tema e tem a intenção de expandir essa análise para uma avaliação mais minuciosa dos livros de química e dos periódicos de ensino de química. Embora ainda não tenhamos um levantamento completo, imaginamos que a realidade não seja muito diferente daquela presente nos materiais didáticos de ensino de física.

Referências

ASSIS, A. K. T.; CHAIB, P. M.de C. **Eletrodinâmica de Ampère**. Unicamp, 2011

ASSIS, A.K.T. **Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade**. Montreal: Apeiron, p. 274, 2010.

COSTA, M.C.S; PORTO, P. A. A pilha de Daniell: um estudo de caso histórico. **Caderno brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1650-1673, dez. 2021.

FRANKLIN, B. **Experimentos y Observaciones sobre Electricidad**. Madrid: Alianza Universidad, p.197, 1988.

FUKE, Luiz Felipe; KAZUHITO Yamamoto. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: Saraiva, 2010

GLIOZZI, M. **Giovanni Fabbroni e la teoria chimica della pila**, in Archeion, vol. 18, 1936, pp. 160-165.

MAGNASH, C.P; ASSIS, A. K. T. 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, abr. 2008.



MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science.** Routledge, 1994.

PATY, M. **d'Alembert: Ciência, Técnica e Filosofia.** Companhia das letras, 2005.

PERA, M. **La rana Ambigua: la controversia sull'eletricità animale tra Galvani e Volta.** Turin: Einaudi, p. 203, 1986.

PRIESTLEY, J. . **The History and Present State of Electricity, with Original Experiments.** C. Bathurst and T. Lowndes, 1775.

RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. **Os Fundamentos da Física.** 7ª edição, Vol. 3. São Paulo, Editora Moderna, 1999.

RAIČIK, A. C. **Experimentos exploratórios e experimentos cruciais no âmbito de uma controvérsia científica: o caso de Galvani e Volta e suas implicações para o ensino.** Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC. Florianópolis, p.330, 2019.

SCHWAB, J. J. The teaching of science as inquiry. **Bulletin of the Atomic Scientists**, v 14, p. 374-379, 1958.

SILVA, D. A. **Controvérsia entre Ação a Distância e Ação por Contato: Abordagem Histórica com Implicações no Ensino.** Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, PECIM-IFGW, Unicamp. Campinas, p.110, 2019.

SILVA, Cláudio Xavier da; BARRETO FILHO, Benigno. **Física Aula por Aula: magnetismo, ondulatória e física moderna.** São Paulo: FTD, 2010.