
UMA ANÁLISE DA HISTÓRIA DA ELETRICIDADE PRESENTE EM LIVROS DIDÁTICOS: O CASO DE BENJAMIN FRANKLIN^{+*1}

Cibelle Celestino Silva
Ana Carolina Pimentel
Instituto de Física – USP
São Carlos – SP

Resumo

Este trabalho analisa como a história da eletricidade é apresentada em livros didáticos e paradidáticos voltados para os Ensinos Fundamental e Médio. Em particular, analisamos como as contribuições de Benjamin Franklin são abordadas do ponto de vista da qualidade das informações históricas e das idéias sobre a natureza da ciência induzidas por estas narrativas. A História da Ciência presente nos livros didáticos e paradidáticos analisados é superficial, com muitos erros historiográficos e, além do mais, transmite visões sobre a natureza da ciência e seu método que não correspondem aos conhecimentos epistemológicos atuais. De uma maneira geral, esses livros reforçam a idéia da existência de grandes gênios, valorizam apenas os conhecimentos que coincidem com os aceitos atualmente e, além disso, muitas obras trazem uma visão empírico-indutivista sobre a dinâmica científica.

Palavras chave: *História da Física; eletricidade; Benjamin Franklin; livro didático.*

⁺ An analysis of Electricity History present in textbooks: Benjamin Franklin's case

* *Recebido: agosto de 2007.*
Aceito: março de 2008.

¹ Uma versão inicial deste trabalho foi apresentada no X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.

Abstract

This work analyzes how history of electricity is presented in textbooks for Fundamental and Secondary Schools. In particular it analyzes how Benjamin Franklin's studies on electricity are described by these books taking into account the quality of historical information and ideas on the nature of Science conveyed by these historical narratives. We found that history of Science presented in the analyzed textbooks is superficial, with many historiographic mistakes, and brings erroneous views on the nature of Science and its method that do not correspond to the current epistemological knowledge. Usually these narratives reinforce the idea of the existence of genius minds, value only the currently accepted scientific knowledge and transmit the empirical inductivist views on the scientific dynamics.

Keywords: *History of Physics; electricity; Benjamin Franklin; textbook.*

I. Introdução

Nos últimos anos, a História da Ciência vem sendo introduzida em materiais didáticos utilizados em sala de aula. Uma das razões para isso é a pressão de órgãos governamentais, tais como a Secretaria de Educação Básica, responsável pela avaliação desses livros dentro do Programa Nacional de Livros Didáticos para o Ensino Fundamental e Médio. Os editais destes programas apontam para a importância da apresentação da ciência como construída historicamente (PN-LD/2007), bem como “enfocar a evolução das idéias científicas, explicitando o caráter transitório e de não-neutralidade do conhecimento científico” (PN-LEM/2007).

No entanto, a História da Ciência presente nos livros didáticos analisados é superficial, com muitos erros historiográficos e, além do mais, transmite visões sobre a natureza da ciência e de seu método que não correspondem aos conhecimentos epistemológicos atuais. De uma maneira geral, esses livros reforçam a idéia da existência de grandes gênios, valorizam apenas os conhecimentos que coincidem com os aceitos atualmente e, além disso, muitas obras trazem uma visão empírico-indutivista sobre a dinâmica científica.

Este trabalho analisa como a história da eletricidade é apresentada em livros didáticos voltados tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Médio. Em particular, analisamos como as contribuições de Benjamin Franklin são abordadas do ponto de vista da qualidade das informações históricas e das idéias sobre a natureza da ciência (McCOMAS, ALMAZROA, CLOUGH, 1998) que estes relatos históricos induzem.

II. A eletricidade no século XVIII

Dentre todos os fenômenos que ocupavam os físicos, a eletricidade foi o que trouxe mais contribuições fundamentais para o ramo da filosofia natural que chamamos hoje de física no século XVIII. Na metade deste século, o estudo dos fenômenos elétricos era um dos ramos principais da filosofia natural experimental. O estudo intensivo – e as demonstrações públicas – de descargas elétricas, choques e outros efeitos tornou-se possível graças à invenção e ao aperfeiçoamento de grandes máquinas elétricas e também pela recém inventada “garrafa de Leyden”.

Mas como a eletricidade podia gerar atrações e repulsões sem contato direto? Tais efeitos eram produzidos por mecanismos desconhecidos e, por isso, muitos autores do período tentaram elucidar os efeitos que a matéria sutil invisível poderia produzir. Ninguém sabia ao certo quais seriam as misteriosas causas de tais fenômenos. Os efeitos elétricos podiam ser transmitidos a grandes distâncias através de fios metálicos ou mesmo através de corpos humanos – indicando que a eletricidade poderia ser uma espécie de fluido especial e diferente da matéria comum. Na primeira metade do século XVIII havia várias perguntas ainda sem respostas. Entre elas, podemos citar a explicação da atração e posterior repulsão que ocorrem quando um corpo neutro é aproximado de um corpo eletrizado.

O francês Charles-François de Cisternay Dufay (1698-1739) teve um importante papel na solução desse enigma ao explicar o mecanismo de atração, contato e posterior repulsão que ocorre quando, por exemplo, um pedaço pequeno de uma folha é atraído por um bastão de vidro eletrizado, mas é repelido após entrar em contato com ele. Dufay procurou determinar em quais situações os corpos eletrizados podiam se atrair ou repelir, descobrindo que uma folha de ouro que havia sido eletrificada por contato com vidro atritado era repelida pelo vidro, mas era atraída por um pedaço de resina atritada. Com isso, estabeleceu a existência de dois tipos de materiais que apresentavam comportamentos distintos – os que se comportavam como a cera e a resina e os que se comportavam como o vidro. Foi

então que Dufay estabeleceu a hipótese de dois tipos de eletricidade; a vítrea e a resinosa:

Nós percebemos que existem dois tipos de eletricidade totalmente diferentes de natureza e nome; aquela dos sólidos transparentes como o vidro, o cristal etc. e aquelas betuminosas ou de corpos resinosos tais como o âmbar, o copal, a cera de lacre etc. Cada uma repele corpos que adquiriram a eletricidade de sua mesma natureza e atrai aquelas de natureza contrária. Nós pudemos perceber que mesmo os corpos que não são elétricos podem adquirir alguma destas eletricidades e passam a agir como os corpos que as cederam (Dufay apud WHITTAKER, 1973, p. 44).

O francês Jean-Antoine Nollet (1700–1770) deu continuidade aos estudos de Dufay. Nollet foi um dos pesquisadores experimentais mais importantes do período, criou vários equipamentos para exibir e demonstrar os efeitos elétricos, propôs novas explicações para os fenômenos observados e também foi um escritor e professor de muito sucesso.

Em 1745, Nollet publicou suas explicações para os fenômenos elétricos, que foram bastante aceitas não só na França, mas também nos outros países da Europa. Nollet explicou os fenômenos elétricos pelo movimento, em direções opostas, de duas correntes de fluido elétrico, que estaria presente em todos os corpos, em todas as circunstâncias (HEILBRON, 1981, p. 145-148). Segundo Nollet, quando um corpo elétrico é excitado por fricção, parte deste fluido escapa através de seus poros, causando uma *corrente efluente*, sendo que essa perda é compensada por uma *corrente afluyente* do mesmo fluido vindo de fora, como ilustrado na figura 1. As correntes efluente e afluyente diferiam não apenas em direção, mas também em velocidade e distribuição espacial. Ele explicou a atração e repulsão dos corpos leves nas vizinhanças do corpo eletrizado supondo que eles eram capturados por uma das duas correntes opostas de fluido elétrico (NOLLET, 1753, p. 65-79).

Suas idéias sobre eletricidade, quando apresentadas à *Académie Royale des Sciences* pela primeira vez em 1745 no texto “*Conjectures sur les causes de l’électricité des corps*”, foram imediatamente aceitas e reconhecidas; seus escritos posteriores foram tratados como contribuições importantes para o estudo da eletricidade. Apesar de sua grande importância para o desenvolvimento dos estudos sobre eletricidade, atualmente Nollet é lembrado – quando é lembrado – simplesmente como um importante divulgador da ciência (HOME, 1979, p. 171).

O sistema de Nollet predominou durante alguns anos. Em 1752, no entanto, Benjamin Franklin (1706-1790) publicou um livro propondo uma explicação completamente diferente.

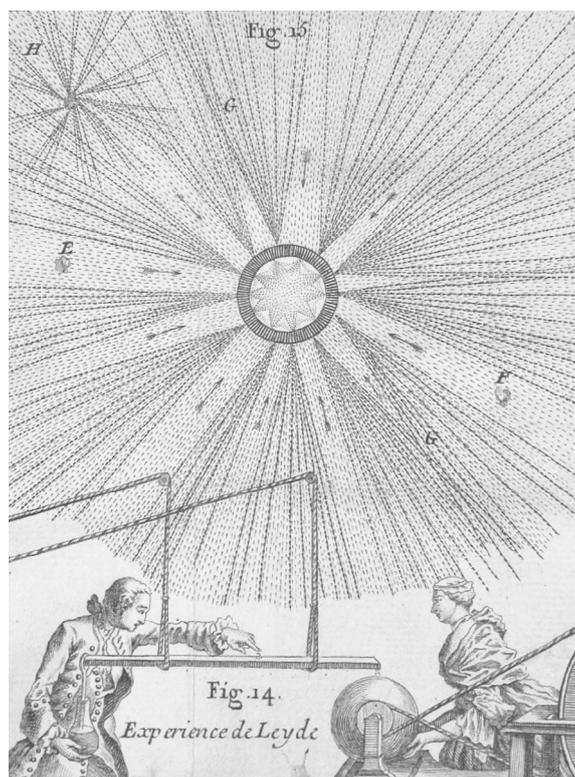


Fig. 1. Correntes afluente e efluente usadas por Nollet para explicar a atração e repulsão de corpos leves por corpos eletrizados. As correntes efluentes são representadas pelas linhas divergentes e as correntes afluentes pelas setas.

III. Benjamin Franklin e suas contribuições para a eletrostática

Franklin interessou-se pela eletricidade por volta de 1743, após assistir a apresentações e a demonstrações públicas executadas pelo divulgador Adam Spencer, em Boston, que mostravam fenômenos curiosos e divertidos envolvendo eletricidade. Franklin iniciou seus estudos sobre eletricidade somente após receber

de seu amigo e comerciante inglês Peter Collinson (1694-1768), em 1745, uma tradução de trabalhos alemães relatando experimentos elétricos publicada na revista *Gentleman's Magazine*, uma revista voltada à divulgação das novidades européias. Além da revista, Collinson enviou um tubo de vidro que era utilizado para produzir faíscas e instruções de como usá-lo (HEILBRON, 1999, p 324).

Esse conjunto de traduções resume os trabalhos sobre eletricidade de Georg Matthias Bose (1710-1761), Christian August Hausen (1693-1743) e Johann Heinrich Winckler (1703-1770) reunidos por Albrecht von Haller (1708-1777), em 1745. As descrições de Haller são bastante detalhadas e fáceis de serem repetidas. Dessa forma, influenciaram fortemente as montagens experimentais usadas inicialmente por Franklin, que seguiu à risca as sugestões de Haller. Do ponto de vista teórico, Haller supunha que os efeitos elétricos eram causados pelo movimento e deslocamento da matéria elétrica, que ele imaginou ser na forma de um fluido e estender em torno dos corpos eletrizados, formando o que ele chamou de “atmosferas” (HEILBRON, 1999, p. 325-26).

Franklin desenvolveu esse conceito de um único fluido elétrico, baseando-se na idéia de que os corpos seriam formados pela matéria comum e também por um único tipo de matéria elétrica – o “fogo elétrico” – que teria o poder de atrair a matéria ordinária e repelir suas próprias partículas. Franklin explicou que a eletrização de um corpo se daria pelo acúmulo de uma quantidade deste fluido elétrico no corpo às custas da perda da mesma quantidade de fluido elétrico por um outro corpo (WHITTAKER, 1973, p. 46). Sendo assim, um corpo ficaria eletrizado quando perdia ou ganhava alguma quantidade desta matéria elétrica. O corpo que perdia matéria elétrica foi chamado de *negativo* e o corpo que recebia o excesso era chamado de *positivo*.

Franklin utilizou o conceito de um fluido elétrico e uma analogia com uma esponja encharcada para explicar a interação entre a matéria comum e a matéria elétrica. Assim como uma esponja é capaz de reter uma determinada quantidade de água, a matéria elétrica seria capaz de reter certa quantidade de matéria elétrica. Geralmente, a matéria comum conteria tanto fluido elétrico quanto ela seria capaz de comportar. Assim, quando a quantidade de fluido elétrico no corpo aumentasse além de uma quantidade natural, este fluido acumularia ao redor da superfície do corpo, formando uma “atmosfera elétrica” (HOME, 1972). Vemos que os conceitos de fluido elétrico e atmosfera elétrica desenvolvidos por Franklin são bem semelhantes aos introduzidos anteriormente por Haller.

Franklin tentou explicar a atração e repulsão entre dois corpos carregados utilizando o conceito de atmosferas elétricas. Segundo Franklin, dois corpos eletrizados se repelem porque ambos teriam atmosferas elétricas formadas por partículas

que se repelem mutuamente. Dessa forma, a teoria de Franklin utilizou os conceitos de atmosfera elétrica e a abundância ou deficiência de fluido elétrico para explicar os fenômenos eletrostáticos de uma maneira qualitativa. Apesar de parecer uma boa explicação, este era um dos problemas da teoria de Franklin. Esta hipótese explicaria apenas porque dois corpos positivamente carregados (com excesso de fluido elétrico, na teoria franklinista) repelem-se mutuamente, como ilustrado na figura 2. Ela não poderia explicar porque dois corpos negativamente carregados (com falta de fluido elétrico) também se repelem.

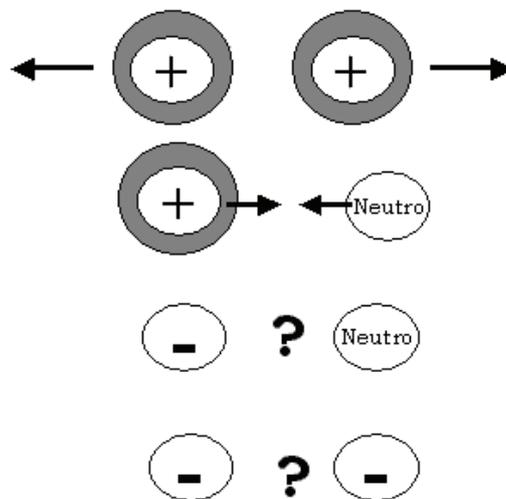


Fig. 2. Modelo de Franklin para explicar a interação entre corpos neutros e corpos com excesso ou falta de fluido elétrico.

Franklin não escreveu um tratado sobre eletricidade, mas várias cartas a Peter Collinson e a outros, que foram reunidas no livro *Experiments and Observations on Electricity*, publicado pela primeira vez em três volumes, em 1751, e posteriormente reeditado várias vezes.

Há indícios de que Franklin tenha sido influenciado por outros pesquisadores além de Haller. A primeira comunicação pública de Franklin sobre sua nova doutrina foi em 1747, quando ele se refere a artigos europeus sobre eletricidade. Há uma grande similaridade entre suas idéias e as de William Watson (1715-1787) e Benjamin Wilson (1721-1788), publicadas em 1746, sugerindo que Franklin poderia ter se baseado nas idéias destes ingleses. No entanto, em suas cartas, Fran-

Franklin não afirma ter tido contato com estas idéias ao desenvolver o conceito de um único fluido elétrico (HEILBRON, 1999, p. 329).

É importante deixarmos claro aqui que o conceito de conservação do fluido elétrico não foi uma contribuição exclusiva de Franklin. Antes dele, Nollet, por exemplo, já afirmava que a quantidade de fluido elétrico se conservava, porém na forma de correntes afluentes e efluentes.

IV. A natureza elétrica dos raios e a invenção dos pára-raios

Foram seus estudos sobre a natureza elétrica dos raios e a invenção do pára-raios que tornaram Franklin famoso e reconhecido nos vários círculos científicos europeus da época. É importante notarmos que essa descoberta não ocorreu repentinamente após a realização de um experimento, no caso o experimento da pipa proposto em 1752, como os livros didáticos levam a crer. Em vários momentos, Franklin manifestou suas idéias sobre a natureza elétrica dos raios bem antes de propor o experimento da pipa, como pode ser notado em sua correspondência.

Em uma carta endereçada a John Michell (1724-1793) de 29 de abril de 1749, Franklin descreveu 56 “observações e suposições em direção a uma nova hipótese para explicar os vários fenômenos dos raios”. Por exemplo:

2. O fogo elétrico ama a água, é fortemente atraído por ela e eles podem coexistir, 3. O ar é um elétrico por si só e quando seco não conduz o fogo elétrico [...], 4. A água quando eletrizada, os vapores que dela saem também são eletrizados e flutuam no ar na forma de nuvens que mantêm o fogo elétrico até encontrarem outras nuvens ou corpos não tão eletrizados, e então comunicam [o fogo elétrico] a eles [...] e 33. Quando as partículas eletrizadas da primeira nuvem próxima perdem seu fogo [elétrico], as partículas de uma outra nuvem próxima o recebem [...] A colisão ou o solavanco dado no ar também contribui para derrubar a água, não apenas destas duas nuvens mas também de outras próximas. Portanto, a queda súbita da chuva imediatamente acende o relâmpago (FRANKLIN, 1941, p. 201-206).

Nessa carta, muito antes da proposição de experimentos, Franklin já assumia que o relâmpago deveria ser um fenômeno elétrico, tanto que advertiu seus leitores de que montanhas altas, árvores, torres, pináculos, mastros e chaminés agirão como “proeminências e pontas; e desta maneira atrairão o fogo elétrico

como se uma nuvem inteira se descarregasse ali” (FRANKLIN 1941, p. 209). Ele também avisou seus leitores do perigo de se abrigarem sob uma árvore, durante uma tempestade de relâmpagos.

Em 7 de novembro de 1749, Franklin apresenta uma lista com 12 semelhanças entre os relâmpagos e as descargas elétricas produzidas artificialmente na terra. Por exemplo,

1. Produzindo luz. 2. Cor da luz [...] 9. Destruindo animais. 10. Derretendo metais. 11. Queimando substâncias inflamáveis. 12. Cheirando enxofre (FRANKLIN 2004, p. 136).

Nessa carta aparece, explicitamente, a idéia que o levou à invenção dos pára-raios: já que “o fluido elétrico é atraído por pontas”, nós devemos procurar “se esta propriedade está no relâmpago [...] Deixemos que o experimento nos mostre” (ibid).

Em 29 de julho de 1750 ele escreveu novamente para Collinson, descrevendo sua hipótese de um fluido elétrico único discutida acima e também propondo um experimento para a *Royal Society* para verificar a natureza elétrica dos relâmpagos:

Para determinar esta questão, se as nuvens que contêm o relâmpago são eletrificadas ou não, eu proporei um experimento para que seja realizado em um lugar onde possa ser convenientemente testado. No topo de alguma torre ou precipício, coloque uma guarita suficientemente grande para conter uma pessoa e um suporte elétrico. No meio deste suporte, coloque uma vareta de ferro curvada para fora da porta e com uma envergadura para cima de 20 a 30 pés e deixe sua extremidade bem pontiaguda. Se o suporte elétrico for mantido limpo e seco, o homem que estiver sobre ele deverá ser eletrificado, quando uma dessas nuvens passar mais baixa e produzir faíscas enquanto a vareta atrai o fogo desta nuvem para si mesma. Se houver algum perigo ao homem (eu creio que não haverá nenhum), deixe-o em pé sobre o chão de sua caixa e de agora em diante, coloque próximo da vareta uma volta de arame com uma de suas extremidades afastadas e a outra envolvida em cera para que ele a segure; então a faísca, se a vareta estiver eletrificada, será lançada da vareta para o arame, sem afetá-lo (FRANKLIN, 1941, p. 222).

Franklin não realizou este experimento, que na verdade era bem perigoso! Apesar do perigo inerente ao experimento, Franklin afirma crer que não vê perigos na realização do mesmo. Como descrito acima, a vareta estaria sobre um suporte e assim acumularia uma grande quantidade de eletricidade. A vareta deve ser aterrada para que o experimentador sobreviva, o que não foi advertido por Franklin. Os franceses Thomas François Dalibard (1703-1779) e Conde de Buffon planejaram realizar em Marly (uma pequena cidade nas redondezas de Paris) o experimento proposto por Franklin, como ilustrado na figura 3. Montaram o aparato e em 10 de maio de 1752 um assistente chamado Coiffier observou os relâmpagos produzirem faíscas que saltavam entre o arame e a vareta aterrada. Esse experimento foi repetido muitas vezes em Marly e também diante do rei Luiz XV que, pessoalmente, enviou a notícia para a *Royal Society*. Dessa forma, os trabalhos científicos de Franklin tornaram-se famosos na Europa, antes mesmo de se tornarem famosos nos Estados Unidos (HEILBRON, 1999, p. 348-49).

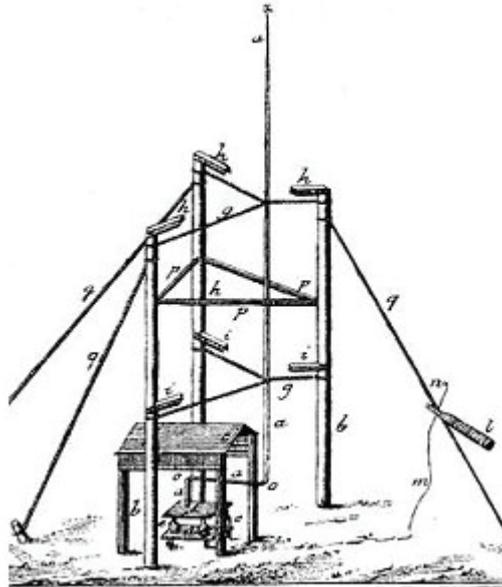


Fig. 3. Montagem de Dalibard e Bufon do experimento proposto por Franklin para captura de raios por uma haste.

Mais tarde, em uma carta para Collinson de 19 de outubro de 1752, Franklin sugeriu um segundo experimento para testar a eletrificação das nuvens, que se tornou muito popular e muito citado, atualmente, em livros didáticos: o experimen-

to da pipa empinada em uma tempestade. Em nenhum momento Franklin afirma que ele mesmo realizou este experimento; o que ele faz é descrever o experimento que teria sido realizado por alguma outra pessoa:

[...este experimento] foi realizado de outra maneira, mais simples, como descrevo a seguir: Faça uma pequena cruz com duas varetas leves de cedro, com braços suficientemente longos para alcançar os quatro cantos de um lenço de seda, quando esticado; amarre as pontas do lenço às extremidades da cruz, assim você terá o corpo de uma pipa, que sendo complementada com um rabo e corda subirá no ar, como aquelas feitas de papel, mas sendo esta de seda, ela é mais adequada para suportar a umidade e o vento de uma tempestade sem rasgar-se. Um arame bem fino de um pé ou mais deve ser fixado na ponta da vareta perpendicular da cruz. Na extremidade do barbante, próximo à mão, deve-se amarrar uma tira de seda; e onde a seda e o barbante se encontram, uma chave deve ser presa. Esta pipa deve ser empinada quando parecer que o relâmpago se aproxima; e a pessoa que segura a corda deve estar dentro de uma porta ou janela ou sob qualquer cobertura, onde o pedaço de seda não se molhe; alguns cuidados devem ser tomados para que o barbante não toque nos batentes da porta nem da janela. Assim que qualquer uma das nuvens de trovões se aproxime da pipa, o arame pontudo atrairá o fogo elétrico desta para a pipa que, como todo o barbante, será eletrizada; e alguns fiapos soltos do barbante se espalharão por vários locais e serão atraídos quando qualquer pessoa aproximar seu dedo deles. Quando a chuva tiver molhado a pipa e o barbante, ela poderá conduzir eletricidade livremente e você descobrirá um pequeno jorro na chave quando aproximar seu dedo a ela. Com esta chave, a garrafa [de Leyden] poderá ser carregada e do fogo elétrico assim obtido, destilados se acenderão² e todos os experimentos elétricos que geralmente dependem de tubos ou globos de vidro atritados poderão ser realizados. Portanto, a igualdade entre a matéria elétrica e a

² Franklin está se referindo aos experimentos muito populares na época nos quais destilados e álcoois em geral entram em ignição após serem expostos a descargas elétricas.

[matéria] de um relâmpago estará completamente demonstrada.
(FRANKLIN, 1941, p. 265-66)

Agora cabe uma pergunta: se Franklin não afirmou ter realizado o experimento da pipa, de onde surgiu a idéia de que Franklin o realizou? Joseph Priestley (1733-1804) publicou, em 1767, um influente livro sobre a história da eletricidade, o *The History and Present State of Electricity*. Neste livro, Priestley relata o episódio da pipa da seguinte maneira: primeiro descreve como a pipa deveria ser construída do mesmo modo que Franklin relatou na carta acima a Collinson. No final da descrição, Priestley diz:

Mas temendo ser ridicularizado por seu possível fracasso, que geralmente ocorre na ciência, ele (Franklin) não comunicou sua intenção de realizar este experimento a ninguém, exceto a seu filho, que o assistiu empinando a pipa (PRIESTLEY, 1966, p. 216-217).

Ora, seria natural que um experimento desta importância fosse repetido em público. Mesmo que isso não ocorresse na primeira vez, seria esperado que, depois de se assegurar que ele funciona, Franklin reunisse outras pessoas para assistirem à realização desse experimento. Em 1766, Priestley trocou cartas com Franklin enquanto elaborava seu livro, nas quais poderia ter mostrado seu relato da experiência da pipa para ele. Aparentemente, Franklin aprovou o relato de Priestley que dizia que o experimento tinha sido realizado por Franklin. Infelizmente, as respostas às cartas recebidas por Priestley não foram preservadas (PRIESTLEY, 1966, p. 14-15). Encontramos este mesmo tipo de relato em obras de outros historiadores da ciência, que provavelmente se basearam na obra de Priestley. Essas obras apresentam uma forte tendência a engrandecer as contribuições de Franklin e são, muitas vezes, chamadas de franklinistas (HEILBRON, 1977). Por outro lado, há historiadores, como um dos biógrafos de Franklin, Carl van Doren, que colocam dúvidas sobre se realmente Franklin foi o primeiro a empinar a pipa em um dia de tempestade e se de fato o fez (Van DOREN, 1938, p. 168).

V. Franklin e os livros didáticos

Nesta seção analisamos livros didáticos com o objetivo de avaliar a forma com que a história da eletricidade é narrada e também a visão sobre a natureza da ciência que decorre destas narrativas. Nesta pesquisa, avaliamos 12 livros que tratam do assunto. Em todos há problemas históricos e epistemológicos. Neste

artigo, citamos apenas três por limitações do tamanho do texto. No entanto, isso não compromete o que avaliamos, uma vez que os problemas se repetem na maioria das obras avaliadas.

No livro A, destinado para a 5ª série do Ensino Fundamental, no tópico “Será a eletricidade um fenômeno natural?” encontramos a seguinte referência à história da eletricidade:

No século XVIII, viveu nos Estados Unidos um curioso cientista, chamado Benjamin Franklin. Deve-se a ele uma experimentação muito simples que mostra que a eletricidade é um fenômeno presente na natureza. Com um grande lenço de seda e uma armação de metal, Franklin construiu uma pipa e empinou-a em um dia de tempestade. Para isso amarrou-a a um fio de algodão, que é um isolante elétrico, ou seja, não permite que cargas elétricas caminhem em seu interior [...].

Franklin não era propriamente um cientista, no sentido contemporâneo do termo³. Dedicou poucos anos de sua vida ao estudo sobre eletricidade. Na realidade, seus feitos políticos e invenções ocupam muito mais páginas em suas biografias do que seus estudos científicos propriamente ditos.

O experimento proposto por Franklin não tinha como objetivo mostrar que a eletricidade era um fenômeno presente na natureza. Muitas pessoas antes de Franklin já tinham estudado a eletricidade e várias formas de produzi-la. O que o experimento da pipa deveria mostrar é que os relâmpagos também são de natureza elétrica, do mesmo tipo que a eletricidade produzida por descargas elétricas geradas em laboratório. Para sabermos se realmente a eletricidade proveniente dos relâmpagos é do mesmo tipo que a produzida por atrito em máquinas elétricas, é necessário que outros experimentos sejam realizados com a eletricidade acumulada em uma garrafa de Leyden. Mesmo assim, não é possível afirmar com toda certeza que são realmente do mesmo tipo. Há a necessidade da inclusão de argumentos que não são puramente experimentais, mas sim argumentos de ordem epistemoló-

³ Na época de Franklin (primeira metade do século XVIII), a ciência começou a passar por um período de institucionalização e as várias áreas científicas começaram a se estabelecer. Um cientista na época, que poderia ser chamado de “filósofo natural”, era uma pessoa que dedicava a maior parte de seu tempo a estudar fenômenos naturais, geralmente vivendo de mecenato, negociando instrumentos científicos ou trabalhando para alguma das sociedades científicas existentes desde o século XVII. O termo “cientista” foi introduzido em 1833 por William Whewell para se referir a um especialista no estudo da natureza.

gica. No caso, o argumento usado é que se duas coisas apresentam propriedades semelhantes supomos que são iguais. Esse tipo de argumento é conhecido como “navalha de Occam” que nos diz que não devemos multiplicar as entidades se isso não for necessário: devemos escolher a teoria mais simples⁴.

Com relação ao experimento, não há evidências históricas seguras de que Franklin realmente o executou. A armação da pipa não era de metal, mas sim de madeira.

O livro continua afirmando:

Na outra ponta do fio, amarrou uma chave de metal e atou-a a um fio de seda, que permaneceu abrigado da chuva, para que as cargas elétricas das nuvens não descessem à Terra. À medida que o fio de algodão ficava úmido, tornava-se condutor, permitindo que as cargas elétricas da atmosfera chegassem à chave.

No trecho descrito acima, vemos nitidamente algo que é comum em muitos livros que abordam História da Ciência de forma distorcida e simplificada – o uso de interpretações anacrônicas, que levam a crer que os cientistas do passado utilizavam os mesmos termos com os mesmos significados atuais. Como visto acima, Franklin utilizava o conceito de fluido elétrico para interpretar os fenômenos elétricos. Embora Franklin utilizasse o termo “carregado” para designar corpos com excesso de fluido elétrico, devemos tomar cuidados e não interpretar isso como se ele utilizasse o conceito de “carga elétrica” como conhecemos hoje. A carga elétrica, como uma propriedade fundamental da matéria, como a massa e outras propriedades fundamentais, é um conceito desenvolvido apenas no século XX. Nem mesmo podemos pensar que Franklin estava se referindo aos elétrons, já que estes foram descobertos no final do século XIX.

O livro **B** apresenta uma descrição bem resumida do que teria sido o experimento da pipa. No tópico intitulado por “Raios e relâmpagos” encontramos:

O norte-americano Benjamin Franklin estabeleceu definitivamente, em 1752, a natureza elétrica do raio, com a seguinte experiência: construiu uma pipa e nela prendeu uma agulha. A linha era de algodão. Na extremidade da linha, prendeu uma chave de ferro. Com um fio de seda (isolante elétrico), amarrou a chave de ferro a

⁴ Este tipo de argumento é muito usado na ciência. Newton usou-o em seus estudos sobre a natureza da luz branca. Veja, por exemplo, (SILVA, MARTINS, 2003).

uma árvore, mantendo sempre o fio de seda protegido da chuva, portanto seco (grifos nossos).

Como vemos, este trecho pode levar o leitor a pensar que a natureza elétrica dos relâmpagos foi estabelecida apenas após a realização de um experimento. No entanto, como vimos acima, Franklin já tinha essa hipótese antes de propor experimentos para verificá-la. Esse tipo de problema é bem comum em relatos históricos simplificados que ignoram a complexidade da atividade científica. Relatos como esse têm conseqüências para a visão de ciência que transmitem. Nesse caso, há uma visão indutivista implícita, que afirma que os experimentos vêm antes da formulação de hipóteses e que é possível estabelecer definitivamente verdades científicas por meio de experimentos.

É também comum entre autores de livros didáticos que não têm conhecimentos históricos adequados ou não consultaram historiadores da ciência acrescentarem e mesmo inventarem detalhes que não estão presentes nos trabalhos originais (MARTINS, 2001). Por exemplo, o trecho do livro B que diz: “Com um fio de seda (isolante elétrico), amarrou a chave de ferro a uma árvore...”, Franklin não amarrou nem a chave, nem o cordel a uma árvore; não há nenhum relato seu afirmando tal situação.

O livro **B** também considera que Franklin realizou de fato o experimento da pipa, embora, como vimos acima, não há evidências históricas concretas de que Franklin realmente tenha empinado uma pipa durante uma tempestade:

Franklin foi feliz na realização da experiência, porque a chave de ferro não ficou carregada demais. Caso contrário, poderia até mesmo ter morrido.

Os problemas apontados acima se repetem em livros do Ensino Médio. O livro **C**, voltado à 3ª série, apresenta uma visão nitidamente indutivista sobre a natureza da produção do conhecimento científico e atribui conceitos atuais a cientistas do passado, como pode ser visto no trecho abaixo:

O famoso político e cientista americano Benjamin Franklin, após realizar um grande número de observações experimentais, constatou que, quando dois corpos são atritados um contra o outro, se um deles se eletrizar positivamente, o outro, necessariamente, irá adquirir carga elétrica negativa.[...] Procurando uma explicação para este fato, Franklin formulou uma teoria, segundo a qual, os fenômenos elétricos eram produzidos pela existência de um fluido elétrico que estaria presente em todos os corpos (grifos nossos).

Como vemos, a idéia ingênua de que há um método científico e que este parte da realização de um “grande número de observações experimentais” e que as teorias são formuladas para explicar o que foi observado ainda está presente em muitos livros, inclusive de Ensino Médio. Vemos nesse trecho também a mistura entre termos atuais e relatos históricos, dando a impressão de que Franklin já possuísse o conceito de carga elétrica.

Além do mais, o livro C ignora as contribuições do grande número de pesquisadores anteriores e contemporâneos de Franklin, dando a impressão de que foi Franklin que fez os experimentos básicos da eletricidade, tais como atritar uma barra de vidro:

Benjamin Franklin, após realizar um grande número de observações experimentais [...] Por exemplo: quando uma barra de vidro é atritada com seda, o vidro adquire carga positiva e a seda fica eletrizada negativamente. [...] Desta maneira, segundo as idéias de Franklin, não haveria criação nem destruição de carga elétrica, mas apenas a transferência de eletricidade de um corpo para outro, isto é, a quantidade total de fluido elétrico permaneceria constante.

Como vimos anteriormente, Franklin não foi o primeiro a propor a conservação do fluido elétrico. Antes dele, mesmo os que defendiam a existência de dois tipos de fluido elétrico não consideravam que estes seriam criados, mas sim transferidos de um corpo para outro.

Em nossa análise, notamos nitidamente algo que é comum em muitos livros que abordam História da Ciência de forma distorcida e simplificada – o tipo que os historiadores da ciência chamam de história “Whig”⁵, que interpreta o passado utilizando e valorizando conceitos aceitos atualmente e que constrói narrativas históricas baseando-se em personagens “principais”, ignorando ou menosprezando os feitos de outros.

Um exemplo disso é o fato de nenhum livro citar idéias de Franklin que não foram incorporadas ao conhecimento científico atual e que, no entanto, são centrais nas explicações que apresentou para os fenômenos elétricos observados, tais como atração e repulsão. Um destes conceitos é o de “atmosfera elétrica”, discutido acima.

⁵ A expressão “interpretação Whig da História” foi introduzida pelo historiador Herbert Butterfield para se referir ao tipo de História que interpreta o passado como uma evolução crescente, linear, que leva àquilo que se quer defender atualmente.

VI. Comentários finais

A análise de como a história da eletricidade aparece em livros didáticos de Ensino Fundamental e Médio nos mostra que há vários problemas comuns a todos. A história é apresentada de forma distorcida e simplificada, transmitindo uma visão equivocada sobre a natureza da ciência.

Entre os problemas, destacamos a existência de erros e imprecisões históricas; a atribuição de feitos e conceitos a um único personagem, no caso Benjamin Franklin, dando a impressão de que somente ele contribuiu para a construção do conhecimento científico sobre eletricidade aceita atualmente; a presença de uma abordagem indutivista que leva a crer que as teorias científicas são construídas a partir de apenas experimentos.

Dessa forma, vemos que o maior desafio não é a inclusão de uma maior quantidade de elementos da História da Ciência nos livros didáticos, mas sim a qualidade da História da Ciência incluída. Problemas como os apontados neste artigo são bem comuns em livros didáticos e paradidáticos que abordam temas de História da Ciência, e não apenas de Física (MARTINS; BRITO, 2006; PAGLIARINI, 2007). Na grande maioria dos casos, os professores não têm uma formação adequada em História da Ciência e acabam seguindo o conteúdo destes livros ao prepararem suas aulas. Para evitar problemas como os apontados acima, sugerimos, antes de mais nada, que as editoras desenvolvam trabalhos conjuntos com historiadores da ciência e, com isso, melhorem a qualidade do material disponível.

Enquanto isso não ocorre, há algumas dicas que podem ser seguidas pelos professores para detectarem problemas graves no material usado para prepararem suas aulas. É importante desconfiarmos de relatos que apresentam descobertas que ocorreram repentinamente, como num passe de mágica, sem relação com trabalhos anteriores de outros pesquisadores. Deve-se desconfiar também de relatos que atribuem a cientistas do passado idéias e termos exatamente iguais aos aceitos atualmente, como por exemplo, afirmar que Benjamin Franklin constatou a existência de “cargas elétricas positivas e negativas”. Além disso, afirmações de que fulano “provou” alguma teoria ou idéia também são problemáticas, uma vez que o conhecimento científico não é provado. Também devemos tomar cuidado com textos encontrados na internet, que na maioria das vezes repetem erros e, muitas vezes, criam novos. Acima de tudo, é importante que os professores leiam trabalhos sobre História da Ciência publicados em periódicos especializados e que passem por uma análise prévia.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e aos comentários dos pareceristas.

Referências

FRANKLIN, B. **The electrical writings of Benjamin Franklin and friends as collected by Robert A. Morse**. Medford: Tufts University, 2004.

———. **Experiments and observations on electricity**. Cambridge: Harvard University Press, 1941.

HEILBRON, J. L. ; NOLLET, J. A. In: GILLISPIE, C. C. (Ed.). **Dictionary of scientific biography**. New York: Charles Scribner's Sons, 1981. v. 9, p. 145-148.

———. **Electricity in the 17th and 18th centuries. A study in early modern physics**. New York: Dover Publications, 1999.

———. Franklin, Haller, and Franklinist history. **Isis**, v. 68, p. 539-549, 1977.

HOME, R. W. Franklin's electrical atmospheres. **British Journal for the History of Science**, v. 6, p. 131-151, 1972.

———. Nollet and Boerhaave: A note on 18th century ideas about electricity and fire. **Annals of Science**, v. 36, 171-176, 1979.

MARTINS, L. A. P.; BRITO, A. P. O. P. M. A História da Ciência e o ensino da genética e evolução no nível médio: um estudo de caso. In: SILVA, C. C. (Ed.) **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. cap. 13, p. 245-264.

MARTINS, R. de A. Como não escrever sobre História da Física – um manifesto historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 113-129, 2001.

McCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.

NOLLET, J. A. **Essai sur l'électricité des corps**. Paris: Chez les freres Guerin, 1753.

PAGLIARINI, C. R. **Uma análise da História e Filosofia das Ciências presentes em livros didáticos de Física para o Ensino Médio**. 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PNLD/2007. Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas a serem incluídas no guia de livros didáticos de 1ª a 4ª série do PNLD/2007. Disponível em:
<http://www.fnde.gov.br/home/livro_didatico/editalpnld2007.pdf> Acesso em: 15 jun. 2006.

PNLEM/2007. Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas a serem incluídas no catálogo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio. Disponível em :
<http://www.fnde.gov.br/home/ld_ensinomedio/edital_pnlem2007.pdf> Acesso em: 15 jun. 2006.

PRIESTLEY, J. **The history and present state of electricity**. New York and London: Johnson reprint corporation, 1966. v.1.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da Ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n.1, p. 53-65, 2003.

Van DOREN, C. **Benjamin Franklin**. New York: The Viking Press, 1938.

WHITTAKER, E. A history of the theories of aether and electicity. New York: Humanities Press,1973.