



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

### A DESCOBERTA DA NATUREZA ELÉTRICA DOS RAIOS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO- INVESTIGATIVA

#### THE DISCOVERY OF THE ELECTRICAL NATURE OF RAYS: A HISTORICAL-INVESTIGATIVE APPROACH

Thatyusce Bonfim Gomes<sup>1</sup>, Vanessa Carvalho de Andrade<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB), thatyusce.bonfim@gmail.com.

<sup>2</sup> Instituto de Física (IF), Universidade de Brasília (UnB), vcandrade@unb.br.

#### Resumo

Este trabalho apresenta uma sequência didática aplicada em duas turmas de nono ano do ensino fundamental de uma escola particular do Distrito Federal. A construção da sequência foi baseada na utilização de um estudo de caso histórico na modalidade investigativa. O episódio histórico trabalhado é a descoberta da natureza elétrica dos raios, protagonizada por Benjamin Franklin no século XVIII. A intenção da proposta é fomentar a discussão de aspectos inerentes à natureza da ciência e introduzir os conceitos de carga elétrica e descarga elétrica. A utilização de narrativas investigativas possibilita que o aluno seja colocado em uma simulação de produção científica fiel à realidade e, com isso, seja capaz de refletir e internalizar os aspectos inerentes à prática do cientista. A proposta conta também com atividades experimentais, práticas e demonstrativas, que buscam auxiliar na visualização e no entendimento dos fenômenos por parte dos alunos, bem como despertar o interesse no assunto abordado.

**Palavras-Chave:** natureza da ciência; raios em tempestades; história da eletricidade; ensino investigativo; Benjamin Franklin.

#### Abstract

This work presents a didactic sequence applied in two ninth grade classes of elementary school in a private school in the Federal District. The construction of the sequence was based in a historical case study in the investigative modality, the historical episode worked on is the discovery of the electrical nature of lightning, carried out by Benjamin Franklin in the 18th century. The intention of the proposal is to promote the discussion of aspects inherent to the nature of science and to introduce the concepts of electric charge and electric discharge. The use of investigative narratives allows the student to be placed in a simulation of scientific production faithful to reality and, with this, to be able to reflect and internalize the aspects inherent to the scientist's practice. The proposal also has experimental, practical and demonstrative activities, which seek to help students visualize and understand the phenomena, as well as arouse interest in the subject addressed.

**Keywords:** nature of science; lightning in storms; history of electricity; investigative teaching; Benjamin Franklin.

#### Introdução

Neste trabalho, discutimos uma proposta de sequência didática baseada em uma abordagem histórico-investigativa para trabalhar conceitos de eletricidade, especialmente relacionados aos



para-raios. O episódio histórico a ser trabalhado será o estabelecimento da relação entre a eletricidade em nuvens de tempestades com aquela produzida por garrafas de Leiden no século XVIII. Com essa sequência, espera-se que os alunos, além de se apropriar dos conceitos de carga elétrica e eletrização, construam noções básicas de natureza da ciência.

Apesar de estar previsto no documento norteador da educação básica brasileira, a BNCC, a discussão sobre os aspectos de natureza da ciência ainda não é muito presente nas salas de aula e os alunos ainda apresentam concepções ingênuas e falsas sobre a ciência e sua relação com a sociedade (GIL-PÉREZ et al. 2001). Um dos principais motivos para a escassez de discussão sobre a natureza da ciência no ensino é a falta de materiais didáticos de qualidade que sejam direcionados para educação básica (MARTINS, 2007), sendo assim, outro objetivo deste trabalho é que o material construído possa ser utilizado por outros professores de Física para fomentar discussões sobre aspectos de natureza da ciência.

Outro ponto de motivação para a proposta são as concepções distorcidas sobre o conceito de carga elétrica e de corrente elétrica apresentados pelos alunos da educação básica (PACCA et al. 2003; ANDRADE et al 2018). Desta forma, a sequência propõe experimentos (práticos e demonstrativos) que tem como objetivo auxiliar no entendimento, por parte dos alunos, dos mecanismos de eletrização.

## 1. Fundamentação Teórica

O produto educacional em questão é uma sequência didática fundamentada na abordagem histórico-investigativa. Proposta por Allchin (2013), essa abordagem envolve a análise de um episódio histórico de maneira que se torne uma investigação. A intenção da sequência é expor o aluno aos caminhos seguidos pelos cientistas para que uma determinada descoberta científica seja feita. Em momentos decisivos da história são feitas pequenas pausas para reflexão, sendo o aluno, então, levado a propor soluções ou tomar decisões. O papel do professor, além de narrar a história, é fazer com que os alunos problematizem suas escolhas. Durante esse processo, o aluno é induzido a refletir sobre as características que tornam a ciência um conhecimento confiável, mas, também, entendê-la como uma construção humana.

## 2. Métodos e Materiais

### 2.1. Episódio histórico

Em 1719, o inglês Francis Hauksbee (1687–1763) foi um dos primeiros a observar pequenas faíscas surgirem de corpos atritados. Ao atritar sua mão a uma esfera de vidro, Hauksbee descreveu que a eletricidade seria capaz de “produzir luz” e que essa teria uma forma muito estranha, semelhante a um relâmpago (SCHIFFER et al., 2003). O mesmo foi observado por Stephen Gray (1666-1736) em 1735, que também sugeriu que a eletricidade era da mesma natureza que os relâmpagos. Sendo assim, a comparação entre esses dois fenômenos nasceu naturalmente devido à semelhança entre as descargas produzidas em laboratório e as produzidas pela natureza. A similaridade entre os fenômenos se tornou uma ideia difundida entre os filósofos naturais da época. Alguns nomes como Benjamin Martin (1704? – 1782) e Jean-Antoine Nollet (1700 – 1770) apontaram nos anos de 1746 e 1748, respectivamente, algumas semelhanças entre as descargas elétricas produzidas em laboratório e os raios em tempestades (HEILBRON 1979; SCHIFFER et al., 2003).

Em 1750, em carta enviada a Peter Collinson (1694-1768), Benjamin Franklin (1706-1790) sugeriu que fosse feito um experimento para mostrar que seria possível extrair eletricidade das



nuvens e carregar uma garrafa de Leiden, conhecido depois como “experimento da guarita”. Na época, Franklin não havia realizado o experimento. Em 1752, após a tradução para o francês de suas cartas sobre eletricidade, o experimento foi reproduzido na França sob a condução de T. F. D’Alibard (1709-1778). Os resultados obtidos pelo experimento contribuíram para atestar a equivalência entre a eletricidade contida nas nuvens em tempestades e aquela produzida por geradores eletrostáticos (MOURA, 2019). Antes que Franklin soubesse do êxito obtido pelo experimento da guarita, desenhou um segundo experimento: o experimento da pipa. A ideia era a mesma: extrair o fogo elétrico das nuvens e observar os seus efeitos. Apesar de não se ter registros históricos de sua execução, o experimento da pipa ficou bastante popular, sendo constantemente distorcido e utilizado como anedota no ensino de Física (SILVA, PIMENTEL, 2008).

Um outro resultado dos estudos sobre a natureza elétrica dos raios de Franklin foi a sugestão de instalação de hastes de metal no topo de edifícios altos a fim de evitar os prejuízos causados pelos raios. A ideia seria extrair o fogo elétrico das nuvens antes que a descarga elétrica acontecesse. Essa sugestão, apesar de não ter sido bem aceita na época, culminou na invenção do pára-raios (MOURA, 2019).

## 2.2. A sequência didática

A sequência didática foi idealizada de forma que se adequasse a uma sequência já estabelecida pelo material didático da escola em que foi aplicada. A sequência conta com nove aulas; um resumo é descrito na tabela a seguir:

Tabela 1 – Resumo da sequência didática

Aula		Descrição
01 e 02	Benjamin Franklin e o desenvolvimento do pára-raios	Atividade investigativa: estudo de caso histórico.
03	Como entendemos a carga elétrica hoje	Aula expositiva dialogada sobre carga elétrica contextualizada pelos raios elétricos e episódio histórico.
04	De quais formas um corpo pode ficar eletrizado?	Atividade prática: formas de eletrização (atrito e contato).
05	De quais formas um corpo pode ficar eletrizado?	Experimento demonstrativo: o protótipo de um para-raios.
06	Condutores e isolantes	Atividade de pesquisa e formalização através da socialização dos resultados encontrados pelos alunos.
07	Corrente elétrica	Aula expositiva dialogada sobre corrente elétrica e tensão.
08	Corrente elétrica e organização da avaliação	Como funcionam os circuitos elétricos? Apresentação da proposta de avaliação, divisão de grupos e escolha de temas.
09	Avaliação	Apresentação de um material de “divulgação científica”.

Fonte: elaborado pelos autores

A sequência se inicia com a aplicação da atividade investigativa em uma aula dupla (aulas 1 e 2). A história da descoberta da natureza elétrica dos raios será narrada aos alunos, fazendo-se



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

as pausas estratégicas nos momentos de tomada de decisão e reflexão. Os alunos são estimulados a refletir e discutir em pequenos grupos e, assim, responder aos questionamentos colocados pelo professor. Além de introduzir a discussão, essa atividade é uma boa alternativa para identificar os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o assunto (ALLCHIN, 2013).

Uma vez que os alunos entendem que as descargas elétricas em tempestades têm a mesma natureza dos choques elétricos que observamos em situações cotidianas, é feita a introdução do conceito de carga elétrica e como a entendemos pelo olhar da ciência da atualidade na aula 3. Essa aula seguirá o roteiro sugerido pelo material didático adotado pela escola.

Nas aulas seguintes a ideia é mostrar aos alunos de quais formas um corpo pode ficar eletrizado, apresentando a eles os fenômenos de eletrização por atrito, contato e indução. Para isso, foram pensadas atividades experimentais para as aulas 4 e 5, sendo a aula 4 uma aula destinada a experimentos práticos e, a aula 5, destinado a um experimento demonstrativo.

Na aula 4 os alunos serão levados ao laboratório. O professor irá distribuir os materiais e instruir os alunos a realizar os experimentos, as instruções serão projetadas no quadro, conforme descrito a seguir:

- Experimento 1: Encha um balão parcialmente e dê um nó para que o ar não escape. Esfregue-a no cabelo e, em seguida, aproxime-a de papéis picados sobre uma mesa.
- Experimento 2: Encha parcialmente um balão e dê um nó para que o ar não escape. Pendure-a por uma linha. Esfregue o papel toalha na bexiga e, em seguida, aproxime sua mão sem tocá-la.
- Experimento 3: Faça uma bolinha de papel-alumínio (1 a 2 cm de diâmetro) e prenda-a por uma linha. Esfregue o tubo de PVC em uma folha de papel toalha e aproxime-o da bolinha, permitindo que se toquem. Em seguida, desencoste o tubo da bolinha, mas mantenha-o próximo dela.
- Experimento 4: Com os materiais disponibilizados faça algum experimento pensado por vocês, sintam-se livres para testar o que quiserem. Anote o experimento realizado e os efeitos observados.

Na aula 5, para a demonstração da eletrização por indução, o professor fará um experimento demonstrativo utilizando um aparato experimental de baixo custo inspirado no experimento da guarita, proposto por Franklin. O aparato é um eletroscópio de folhas montado dentro de uma pequena casa feita de papelão ligado a uma haste feita de arame. O professor eletrizará um balão (que simboliza uma nuvem eletrizada), atritando-o com um pedaço de papel toalha, e o aproximará da haste (que simboliza o para-raios). A ideia é que os alunos consigam perceber que as folhas do eletroscópio se afastam quando o balão é aproximado, e se aproximam quando o balão é afastado da haste. Em um segundo momento, o professor colocará um fio ligando a haste ao chão (simbolizando o aterramento) e os alunos serão capazes de perceber que as folhas do eletroscópio não farão mais o mesmo movimento. Após o experimento demonstrativo, serão produzidos dois vídeos: um que mostra o funcionamento do pára-raios em uma situação real e outro que faz uma demonstração da proteção oferecida pelo para-raios. Para essa aula os alunos terão como tarefa de casa fazer a seguinte pesquisa: por que alguns materiais conduzem eletricidade e outros nos protegem dela?

Na aula 6 os alunos serão convidados a compartilhar os resultados da pesquisa feita como tarefa de casa. O objetivo é que os alunos troquem as informações encontradas e, ao final da aula, o professor faça a formalização dos conceitos tendo como base a discussão feita no começo da aula.

As aulas 7 e 8 tem como tema principal a corrente elétrica. As duas aulas serão conduzidas conforme sugerido pelo material didático adotado pela escola. Ao final da aula 8 os alunos são orientados quanto a avaliação da proposta, é solicitado que produzam mídias de “divulgação



científica” sobre o tema para a apresentação na próxima aula. O tema e o formato do trabalho ficam a critério dos estudantes, desde que estejam relacionados à eletricidade.

Por fim, a aula 9 é destinada à socialização dos trabalhos produzidos. Os alunos irão compartilhar as mídias de “divulgação científica” com seus colegas de sala.

### 3. Resultados e Discussões

De forma geral, a atividade histórico-investigativa foi bem recebida pelos alunos, que se mostraram bastante engajados nas discussões. Nas duas primeiras aulas foi possível notar, extraordinariamente, a participação de alunos mais retraídos e menos participativos. Durante as pausas estratégicas da atividade, muitas respostas foram dadas pelos alunos, algumas demonstravam completo desconhecimento dos processos da ciência e da realidade de períodos históricos anteriores, outras que levaram a reflexões muito importantes sobre a ideia de falseabilidade de teorias científicas. Algumas respostas indicaram que os alunos reconhecem a necessidade de colaboração entre os cientistas, mas não sabem como essa comunicação é feita formalmente, nenhum aluno citou os artigos científicos, por exemplo.

Seguindo a história e os desdobramentos dela, os alunos foram capazes de perceber que o fazer científico não é simplório como pintado no método científico ensinado pelos livros didáticos e que é necessário muito mais que “observação e experimento” para se confirmar uma teoria. No caso dos raios, especificamente, muitos experimentos foram feitos para encontrar semelhanças entre os dois fenômenos, as faíscas e os raios elétricos, mas não foram suficientes para estabelecer de vez essa relação.

Foi possível notar também a presença de concepções de senso comum. Uma dessas concepções é a de que um raio acontece quando duas nuvens colidem entre si, ideia essa que está presente no imaginário popular desde o século I (a.c) (SABA, 2001).

Ao final da aula os alunos responderam um questionário com uma única pergunta: “o que você aprendeu nessa aula?”. Alguns alunos mostraram um bom entendimento da proposta, exemplificando aspectos de natureza de ciência em suas respostas. Uma das alunas respondeu que: “a teoria nasce com base em uma hipótese, uma forma de tentar entender e explicar algum fenômeno. Além disso, não existe provar, é preciso fazer vários experimentos e que o resultado deles não significa com exatidão que a teoria é ou não real. A ciência, que é influenciada por vários aspectos, não descobre a verdade absoluta, ela tenta criar um modelo para explicar o que acontece na natureza”. Outro aluno respondeu que: “na ciência, na tentativa de explicar alguns fenômenos, são realizadas teorias que não se provam, mas apenas realizam experimentos para demonstrar a aplicação daquela teoria. Pois com o avanço da ciência, é possível que seja demonstrado que uma teoria não é válida ou que ela não está totalmente correta”.

De maneira geral, os alunos que responderam ao questionário apresentaram uma noção menos distorcida da ciência, que era um dos principais objetivos dessa atividade. Ainda assim, alguns alunos se ativeram a detalhes mais banais, como, por exemplo, a ocorrência ou não do experimento da pipa e outros detalhes mais pontuais da história.

Nas aulas experimentais os alunos se mostraram muito engajados e muito surpresos ao visualizar os resultados dos experimentos. A sequência foi montada de forma que os alunos pudessem visualizar os fenômenos de atração e repulsão elétricas antes de estudar os mecanismos de eletrização, o que facilitou o entendimento de como ocorrem esses processos. Os alunos relataram ter gostado de “colocar a mão na massa” nos experimentos práticos, e que queriam que mais aulas fossem daquela forma. Como os alunos não possuíam muita experiência no laboratório, foi necessário que o professor fizesse pequenas intervenções na prática experimental.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

Os alunos relataram também que o experimento demonstrativo, o protótipo inspirado no experimento da guarita pensado por Franklin, auxiliou o entendimento do fenômeno da eletrização por indução. Ademais, o experimento também despertou a curiosidade e muitas dúvidas dos alunos de como o para-raios funciona, dúvidas essas que puderam ser esclarecidas através da demonstração.

Na última aula, dedicada à socialização das mídias de divulgação científica produzidas, os alunos relataram que gostaram muito de fazer o trabalho pelo fato de poderem escolher o tema que mais lhe chamasse a atenção, além de poder escolher apresentar no formato que mais lhe agradasse. Apesar disso, foi possível notar que, em uma das turmas, alguns alunos não compreenderam a proposta e fizeram apresentações que continham várias pequenas explicações dos temas que foram propostos como sugestões. Além disso, entre os alunos que não compreenderam a proposta, muitos trabalhos estavam semelhantes. Após uma breve pesquisa, ficou claro que os alunos copiaram textos das mesmas fontes. Por conta dos vários trechos copiados, a avaliação da aprendizagem dos alunos através dos trabalhos ficou bastante comprometida. Nos trabalhos dos alunos que compreenderam a proposta foram necessárias algumas correções pontuais acerca do conteúdo apresentado, o que se mostrou uma boa oportunidade de revisão.

#### 4. Considerações Finais

A sequência didática pensada neste trabalho se mostrou um bom instrumento para fomentar discussões sobre a natureza da ciência. A atividade histórico-investigativa teve bons resultados e contribuiu para que os alunos tivessem uma visão menos distorcida da ciência e do fazer científico. Aliada à proposta de fomentar a discussão sobre aspectos de natureza da ciência, a atividade se mostrou com um bom instrumento para despertar o interesse inicial dos alunos sobre os temas de eletrostática e eletrodinâmica. Os experimentos propostos, apesar de sua simplicidade, proporcionam a visualização dos fenômenos, o que facilitou o entendimento por parte dos alunos. Além disso, a atividade e a sequência didática elaboradas podem ser utilizadas por outros professores no futuro.

#### Referências

ALLCHIN, D. Historical inquiry cases for nature of Science learning. Cadernos de História da Ciência, v. 13, n. 2, 2017.

\_\_\_\_\_. Teaching the nature of science: perspectives and resources. St. Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013. 310 p.

FRANKLIN, B. Experiments and observations on electricity, made at Philadelphia in America. 4 th ed. London: [s.n.], 1769.

HEILBRON, J.L. Electricity in the 17 th and 18th centuries – a study of early modern physics. University of California Press: Berkeley/ Los Angeles/ London, 1979.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n.1, p.112–131, 2007.



## Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)  
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)  
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília  
Instituto de Física  
12 a 16 de dezembro de 2022

*100 anos de Darcy Ribeiro*

MOURA, B. A. A filosofia natural de Benjamin Franklin: traduções de cartas e ensaios sobre a eletricidade e a luz. São Bernardo do Campo: Editora da UFABC, 2019.

\_\_\_\_\_. BONFIM, T; Benjamin Franklin e a formação de temporais com raios e trovões: tradução comentada de uma carta a John Mitchel. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 460-478, ago. 2017.

PACCA, J., FUKUI, A., BUENO, M., COSTA, R., VALÉRIO, R., & MANCINI, S. Corrente elétrica e circuito elétrico: Algumas concepções do senso comum. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 2, p. 151–167, 2003.

PÉREZ, D. G., MONTORO, I. F., ALÍS, J. C., CACHAPUZ, A., & PRAIA, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência & Educação (Bauru), v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

SABA, M. M. F. A Física das Tempestades e dos Raios: Questões e dúvidas frequentes. A Física na Escola, v. 2, n. 1, 2001.

SCHIFFER, M., HOLLENBACK, K., BELL, C. Draw the Lightning Down: Benjamin Franklin and Electrical Technology in the Age of Enlightenment. University of California Press: Berkeley/ Los Angeles/ London, 2003.

SILVA, C.C.; PIMENTEL, A.C. As atmosferas elétricas de Benjamin Franklin e as interações elétricas no século XVIII. In: MARTINS, R.A.; SILVA, C.C.; FERREIRA, J.M.H.; MARTINS, L.A'C.P. (eds.). Filosofia e história da ciência no cone sul – seleção de trabalhos do 5º encontro. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2008a.