



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS VIII – CAMPUS MARIA DA PENHA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE**  
**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**JOSÉLIA CARDOSO DE PONTES**

**EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DA ELETROSTÁTICA: UM  
RELATO DE EXPERIÊNCIA**

**ARARUNA/PB**  
**NOVEMBRO DE 2016**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS VIII – CAMPUS MARIA DA PENHA  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**JOSÉLIA CARDOSO DE PONTES**

**EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DA ELETROSTÁTICA: UM  
RELATO DE EXPERIÊNCIA**

**Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao curso de Licenciatura em Ciências da  
Natureza da Universidade Estadual da Pa-  
raíba como parte dos requisitos para obten-  
ção do título de Licenciado em Ciências da  
Natureza. Orientador: Altamir Souto Dias.**

**ARARUNA/PB  
NOVEMBRO DE 2016**

P813e Pontes, Josélia Cardoso De

Experimentos históricos para o ensino da eletrostática: Um relato de experiência [manuscrito] / Joselia Cardoso De Pontes. - 2016.

44 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em CIÊNCIAS DA NATUREZA) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2016.

"Orientação: Prof. Me. Altamir Souto Dias, Departamento de Ciência da Natureza".

1. Ensino de Ciências .2. Interveção. 3. Experimentos Históricos I. Título.

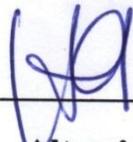
21. ed. CDD 372.8

**JOSÉLIA CARDOSO DE PONTES**

**EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DA ELETROSTÁTICA: UM  
RELATO DE EXPERIÊNCIA**

**APROVADO EM** 04 / 11 / 2016  
**NOTA:** 9,3

**BANCA EXAMINADORA**



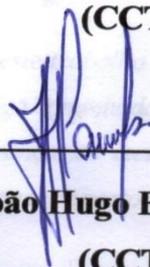
---

**Prof. Me. Altamir Souto Dias**  
**(UEPB /CCTS, Orientador)**



---

**Profa. Dra. Alessandra Gomes Brandão**  
**(CCTS/UEPB)**



---

**Prof. Dr. João Hugo Baracuy da Cunha Campos**  
**(CCTS/UEPB)**

*Dedico este trabalho à minha mãe, que me apoiou e me incentivou durante essa longa caminhada, à minha avó, que me fortaleceu com palavras de fé e perseverança, ao meu marido, ao meu filho, aos meus familiares e amigos que foram meu porto seguro, me apoiando na realização deste sonho.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a uma força superior que me move, uma mão que me sustent amor que alimenta a minha alma e uma graça que me protege.

À minha mãe, Rosinete Cardoso de Pontes, que me deu apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, não medindo esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Às minhas irmãs que me acompanharam durante a minha jornada me dando apoio e carinho.

Ao meu marido, Edson do Nascimento Junior, que representa minha segurança em todos os aspectos e, que apesar de todas as dificuldades, me fortaleceu, me dando ânimo para seguir adiante.

Às amigas, em especial Maria Daluz, Erivalda e Zeneide, ex-companheiras de trabalhos e irmãs na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes na minha vida.

Aos meus amigos, Rosana e Daniel, pelo incentivo e pelo apoio constante.

À minha sogra, Maria Luiza, pelo incentivo, fazendo-me acreditar neste sonho.

Em especial a João Pedro Cardoso do Nascimento, meu filho, e a todos os meus colegas de graduação que sempre estiveram presentes através de palavras de encorajamento e nos momentos que nos ajudamos mutuamente.

À minha falecida Avó, Isaura Cardoso da Silva, na qual me espelhei em espiritualidade, simplicidade, humanismo e sabedoria.

A todos os amigos e familiares, tios e primos, que compartilharam da minha caminhada e àqueles que mesmo distantes torceram por mim.

A todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas acadêmico, mas na manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Ao meu professor orientador, Altamir Souto Dias, que teve paciência e que me guiou com sabedoria a concluir este trabalho.

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2</b>	<b>HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (HFC) E ENSINO DE CIÊN- CIA</b>	<b>09</b>
<b>2.1</b>	<b>HFC e Experimentação no Ensino.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Visão Geral.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Descrição das Aulas.....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>
	<b>ANEXOS</b>	
	<b>APÊNDICE</b>	

# EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DA ELETROSTÁTICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Josélia Cardoso de Pontes

## RESUMO

Esse trabalho trata de um relato de experiência de um projeto de intervenção realizado durante a componente de Estágio Supervisionado, na Escola Municipal de Ensino Fundamental João Alves Torres, localizada em Araruna-PB, em novembro de 2013. A intervenção aqui relatada teve como principal objetivo inserir elementos da História e Filosofia da Ciência na disciplina de Ciências, através de uma reprodução aproximada de experimentos históricos para a abordagem de conteúdos da Física. Para tanto, foi considerado o primoroso livro de André Koch Torres Assis, *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*. A intervenção foi realizada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental e envolveu experimentos sobre os princípios básicos da eletricidade, como a atração e a repulsão elétricas. A avaliação consistiu num questionário enfatizando aspectos de natureza da ciência e a avaliação continuada da turma observando a dinâmica dos alunos envolvidos durante o desenvolvimento das atividades.

**Palavras-Chave:** Ensino de Ciências. História e Filosofia das Ciências. Experimentos Históricos.

## 1. INTRODUÇÃO

Os documentos de orientação curricular em educação de Ciências, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), as recentes Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressaltam o compromisso com uma formação que prepare sujeitos críticos para efetivamente participar na sociedade, capazes de opinar criticamente acerca de questões que envolvem ciência e tecnologia, recomendando a necessidade do fomento de uma alfabetização científica e autonomia intelectual (BRASIL, 1998).

Os PCN's, (BRASIL, 1998), apontam que o ensino deve promover aulas contextualizadas e não fragmentadas, organizando atividades interessantes, que permitisse aguçar a curiosidade dos estudantes, promovendo reflexões sobre as situações concretas do cotidiano. O profissional deve, neste sentido, buscar formas de promover discussões sobre o mundo e sobre as transformações produzidas pelo homem ao considerar que os conceitos científicos são

formulados a partir de relações que envolvem interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da sociedade. (BRASIL, 1998).

Além disso, o ensino de ciências, de acordo com os PCN's, tem o comprometimento de proporcionar aulas que contemplem discussões acerca da natureza da ciência e do conhecimento científico abordando o seu processo de construção e transformação produzidas pelo homem a partir de suas relações com o mundo em diferentes contextos históricos (BRASIL, 1998).

Sendo assim, o ensino de ciências deve contemplar uma formação para a participação cidadã, promovendo o que se tem chamado de alfabetização científica de maneira que o estudante possa compreender a Ciência e a sua construção histórica articulada às questões culturais, sócias, éticas e ambientais, preparando sujeitos capazes de reconhecer e interpretar fenômenos, problemas e situações do cotidiano (BRASIL, 2015).

Sob estas perspectivas para o ensino, devemos pensar em métodos que viabilizem esse ensino, defendendo a BNCC o uso de diferentes estratégias com a utilização de várias ferramentas didáticas de modo a possibilitar a contextualização dos conhecimentos com a intenção de promover a motivação e a curiosidade dos alunos acerca dos saberes científicos (BRASIL, 2015).

## **2. HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIAS**

Uma dessas estratégias, mencionada pelos PCN's em consonância com a literatura da área do Ensino de Ciências (v. p. ex. MATTHEWS, 1995), é a história da ciência, por proporcionar uma contextualização histórica, social e cultural, mostrando o desenvolvimento histórico do saber científico, tornando as aulas de Ciências mais interessantes e humanizadas, mostrando uma visão mais acertada em torno do fazer científico e sobre a natureza da ciência (BRASIL, 1998).

Os PCN's de Ciências Naturais (BRASIL, 1998), recomendam que o ensino de Ciências seja praticado de modo reflexivo sobre a sua natureza dinâmica, articulada, histórica e não neutra, demonstrando a concepção da Ciência como uma construção humana e gradual ao longo do tempo. E a História da Ciência tem se demonstrado eficaz nessa proposta de ensino por ajudar a compreender o desenrolar das teorias que são atualmente aceitas e as que foram

refutadas, contribuindo para a constituição de uma visão, no estudante, sobre o fazer Ciência (BRASIL, 1998).

Queremos aqui ressaltar que a História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino não têm todas as respostas para as dificuldades encontradas no ensino e não deve ser vista como a solução para todos os problemas educacionais do ensino de ciências. Porém, acreditamos que a HFC pode contribuir de diversas maneiras no sentido de que pode contribuir para uma imagem de uma ciência multifacetada, de diversidade metodológica das investigações, humanizar o trabalho dos cientistas como uma atividade coletiva de vários protagonistas e coadjuvantes, dentre outras contribuições. Dessa maneira, Matthews pontua algumas das contribuições da HFC:

...podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tomar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Ataíde e Silva (2011, p.178) acrescentam que “devido à própria natureza da história da ciência, que requer a constante leitura de obras de cientistas”, são utilizados os textos históricos elaborados, os quais podem criar uma ponte entre a ciência e literatura, ao proporcionar a “[...] leitura de textos científicos; servir de ferramenta para a apresentação de situações-problemas de forma aberta; favorecer o debate, a arguição e a argumentação escrita e oral” (ATAÍDE, SILVA, 2011, p.178).

A HFC é defendida tanto no ensino como no treinamento de professores por aqueles que advogam a favor de uma abordagem contextualizada, isto é, uma educação em ciências com seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico (MATTHEWS, 1995). Aqui defendemos, também, que a HFC pode representar um elemento motivador e de aproximação dos estudantes das disciplinas científicas.

Uma discussão bastante atual no ensino de ciências gira em torno da alfabetização científica, pressupondo-se a construção de visões mais coerentes da “natureza” do trabalho científico, poder de decisão dos sujeitos em relação aos conhecimentos científicos dados co-

mo “verdades”, uma compreensão mais integral da ciência dentre outras contribuições, representando um dos passos para a aproximação entre os estudantes e as disciplinas científicas (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Essa alfabetização científica pode estar pautada num ensino do tipo contextualista, apresentando a ciência em múltiplos contextos na construção dos conhecimentos e teorias e, como nosso objetivo é estabelecer esta aproximação pela HFC, esta contextualização também pode ser realizada através dos contextos históricos enfatizando a origem, a evolução, as controvérsias, as refutações e concordâncias, êxitos e fracassos das teorias (cf. BRASIL, 1998).

Acreditamos que o ensino de ciências sofre de uma apatia dos estudantes em relação a temas científicos, desencadeando muitos problemas de aprendizagem e de compreensão dos aspectos próprios da ciência, assim como elevados índices de evasão de alunos e professores e altos níveis de “analfabetismo em ciências”, como afirma MATTHEWS (1995).

E apesar dos documentos curriculares deixarem claros os objetivos para o ensino de ciências, pode-se observar lacunas em torno deste ensino que o distancia de seus objetivos (MARTINS, 2007). Diversos problemas encontrados no ensino de ciências podem estar relacionados com a formação inicial dos professores que estão em exercício ou, até mesmo, em suas concepções particulares de mundo (MARTINS, *id. ibid.*). Em contraposição, um caminho para atenuar esse “mar da falta de significação” em que se diz ter submergido as salas de aula, seria proporcionar uma aproximação entre os estudantes e temas da HFC (MATTHEWS, 1995).

Discutiremos a seguir a abordagem histórica e filosófica da Ciência, uma maneira que acreditamos contribuir para a alfabetização científica e que pode atender aos objetivos traçados para o ensino a partir daquilo que se acha preceituado nos documentos de orientação curricular anteriormente. Podemos começar a discussão desse tema com alguns questionamentos: (a) Será que uma determinada cultura contribui para a formação do conhecimento? (b) Será que os interesses pessoais e de grupo interferem nas investigações dos fenômenos naturais? (c) Será que o conhecimento tem um momento certo para se consolidar e ser aceito pela sociedade e pela comunidade científica? (d) Que tipo de dificuldades são enfrentadas pelos pesquisadores na construção de teorias? Questionamentos como estes podem ser trabalhados a partir da HFC.

Quando procuramos na história da ciência o desenvolvimento científico dos conhecimentos, percebemos que os conceitos e teorias que eram estudados pelos cientistas de sua época divergem em muitos aspectos dos que aceitamos atualmente, demonstrando que os conhecimentos não são verdades absolutas e imutáveis e que podem mudar dependendo da realidade histórica existente, assim como os métodos que são utilizados para se construir diversos tipos de conhecimentos. Estes fatos podem ser evidenciados através de estudos adequados de episódios históricos, como afirma Martins (2006).

O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite compreender que a ciência não é o resultado da aplicação de um “método científico” que permita chegar à verdade. Os pesquisadores formulam hipóteses ou conjeturas a partir de idéias que podem não ter qualquer fundamento, baseiam-se em analogias vagas, têm idéias preconcebidas ao fazerem suas observações e experimentos, constroem teorias provisórias que podem ser até mesmo contraditórias, defendem suas idéias com argumentos que podem ser fracos ou até irracionais, discordam uns dos outros em quase tudo, lutam entre para tentar impor suas idéias. As teorias científicas vão sendo construídas por tentativa e erro, elas podem chegar a se tornar bem estruturadas e fundamentadas, mas jamais podem ser *provadas* (MARTINS, 2006, p. XXIII).

Ainda sobre o “método científico”, notamos a crença quase generalizada em um método universal, como se todo tipo de conhecimento pudesse ser alcançado através deste tipo de método. Cada área de investigação científica tem uma metodologia própria de investigação, cada tipo de estudo também possui suas próprias metodologias, mas em geral não há um consenso, nem mesmo para professores de todos os níveis, como afirma Matthews (1995).

Quando se desconhece aspectos mesmo gerais da HFC, é comum dar-se créditos das teorias a alguns nomes que se tornam famosos e desprezar-se aqueles que contribuíram e que não foram reconhecidos por diversos motivos. O reconhecimento de um certo pesquisador pode ser devido a interesses extra científicos, como o interesse social pela teoria ou influências políticas do pesquisador, mas também pode acontecer por fatores científicos como coerência teórica dos postulados científicos, do método científico utilizado, dentre outros (MARTINS, 2006).

Todos conhecem os nomes de Lavoisier, Newton, Galileu, Darwin. Mas o que estava acontecendo no mundo (e, especialmente, nos lugares onde eles viviam) quando eles desenvolveram suas pesquisas? Não existiu nenhuma relação entre o que eles fizeram e aquilo que estava acontecendo em volta deles? É claro que existiu. Mas não costumamos estudar isso, o que dá a falsa impressão de que a ciência é algo atemporal, que surge de forma mágica e que está à parte de outras atividades humanas (MARTINS, 2006, p. XXII).

Questões como as apresentadas anteriormente mostram discussões em torno de aspectos da “Natureza da Ciência” que, em geral, é comum encontrar visões como estas que mostram a ciência como aproblemática se distanciando do *fazer científico*. Geralmente, se espera da ciência uma imagem única, como se existisse uma natureza única (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

As concepções científicas desses professores podem, em muitos casos, ser inadequadas ou distorcidas, criando uma espécie de ciclo ao reproduzi-las no ensino (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). De acordo com Gil-Pérez *et al.* (2001), mesmo os professores entendendo os paradigmas científicos da sua disciplina acabam passando visões deformadas da ciência, se aproximando de concepções empírico-indutivistas e se distanciando de uma imagem mais coerente das investigações científicas.

Gil-Pérez *et al.* (2001) enumeram sete visões deformadas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico encontradas em vários níveis escolares: 1. Concepção empírico-indutivista e atórica; 2. Visão rígida (algorítmica, exata, infalível, ...); 3. Visão aproblemática e ahistórica (portanto, dogmática e fechada); 4. Visão exclusivamente analítica; 5. Visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos; 6. Visão individualista e elitista da ciência; 7. Visão deformada que transmite uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência.

Essas concepções equivocadas difundem uma Ciência socialmente neutra sem relações complexas entre a ciência, tecnologia e sociedade, transmitindo uma imagem descontextualizada do conhecimento científico, proporcionando um juízo deformado sobre os cientistas que aparecem como gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo e dos intercâmbios entre as equipes. O conhecimento científico aparece como fruto de um crescimento linear puramente acumulativo transmitindo uma visão empírico-indutivista e ahistórica (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Como afirma Gil-Pérez *et al.* (2001, p.126) “as concepções dos estudantes – incluindo as dos futuros docentes – não se afastam daquilo a que se pode chamar de uma imagem “folk”, “naif” ou “popular” da ciência” “[...], associada a um suposto método científico, único, algorítmico, bem definido e quiçá, mesmo, infalível”.

Gil-Pérez *et al.* (2001) dizem que é fundamental determinar o que deve ser entendido como uma “visão aceitável do trabalho científico” (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p.126), buscando conhecer o que deveria ser evitado, sem reduzir o processo de construção do conhecimento científico a um conjunto de regras fixas. Devemos ter por base, “*uma visão da ciência que não caia em demasiadas simplificações e deformações*” (*id.* p.127). A atividade científica deve ser compreendida junto com as suas complexas relações entre a sociedade, tecnologia e cultura como um processo aberto e criativo (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001)

Quando defendemos que há visões deformadas do trabalho científico e que, conseqüentemente, estas afetam o ensino de ciências, não defendemos uma imagem ou natureza da ciência, tendo em vista que a ciência tem várias naturezas ou imagens, diferentes métodos de construção de conhecimentos (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Neste trabalho não defendemos uma visão consensual sobre a natureza da ciência (NdC) visto que a pluralidade de concepções continua sendo uma qualidade a favor da alfabetização científica e da superação das visões equivocadas (MARTINS, 2015). Em vez disso, concordamos com os defensores dessa ideia, como afirma Martins (2015) e Abd-El-Khalik (2012a, 2012b) que é melhor passar algo acerca da NdC, “... ainda com limitações, do que deixarmos de agir e permitirmos a continuidade da propagação de visões deturpadas e equivocadas da ciência” (MARTINS, 2015, p.717).

Gil-Pérez *et al.* (2001) sugerem que para conseguirmos um melhor entendimento do trabalho científico no ensino de ciências devemos procurar uma recusa da ideia de “Método Científico”, recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva, a partir de “dados puros”, destacar o papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente, procurar uma coerência global e compreender o carácter social do desenvolvimento científico.

O ensino de Ciências, ainda, enfrenta outras “restrições ligadas às condições de trabalho, a ausência de políticas educacionais efetivas e às interpretações equivocadas de concepções pedagógicas”, dentre outras (BRASIL, 1998, p.21).

Um dos problemas que são encontrados no ensino de ciências é a abordagem dos conteúdos através de livros didáticos (LD) que podem, muitas vezes, trazer concepções equivocadas e simplistas do desenvolvimento científico (BRASIL, 1998). Nem sempre os LD são

confeccionados de acordo com objetivos e metas esperadas para um ensino que contemplem aspectos da construção de espíritos críticos e investigativos, assim como afirmam os PCN's.

O estudo das Ciências Naturais de forma exclusivamente livresca, sem interação direta com os fenômenos naturais ou tecnológicos, deixa enorme lacuna na formação dos estudantes. Sonega as diferentes interações que podem ter com seu mundo, sob orientação do professor. Ao contrário, diferentes métodos ativos, com a utilização de observações, experimentação, jogos, diferentes fontes textuais para obter e comparar informações, por exemplo, despertam o interesse dos estudantes pelos conteúdos e conferem sentidos à natureza e à ciência que não são possíveis ao se estudar Ciências Naturais apenas em um livro (BRASIL, 1998, p. 27).

Compreender a “Ciência por meio de uma perspectiva enciclopédica, livresca e fragmentada não reflete sua natureza dinâmica, articulada, histórica e não neutra” (BRASIL, 1998, p. 27) como é posta atualmente, ausentando-se da perspectiva que vê a Ciência como uma “aventura do saber humano, fundada em procedimentos, necessidades e diferentes interesses e valores” (*id. ibid.*).

Em contraposição ao tipo de ensino apresentado acima, nascem propostas com a intenção de promover uma educação em ciências pautada na alfabetização científica, como afirma Matthews (1995), como as propostas que aparecem no *National Curriculum Council* (NCC) onde, segundo este Conselho, os estudantes devem ser capazes de distinguir hipóteses e asserções científicas, entender os diversos desenvolvimentos dos conhecimentos científicos, assim como reconhecer exemplos de controvérsias científicas.

Quando se defende a inclusão da HFC no ensino de ciências não se trata, apenas, de adicionar mais informações e conteúdos num currículo extenso, todavia, trata-se da inclusão de elementos que permitam aos alunos a construção de concepções mais coerentes com a maneira que cientistas desenvolvem suas pesquisas, apresentando um perfil de ciência que se distancie de concepções empírico-indutivistas, de uma ciência como representação da verdade e de métodos rígidos e infalíveis.

Não se trata aqui da mera inclusão de história, filosofia e sociologia (HFS) da ciência como um outro item do programa da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas de história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências que geralmente incluíam um item chamado de A natureza da ciência . Agora, dá-se atenção especial a esses itens e, paulatinamente, se reconhece que a história, a filosofia e a sociologia da ciência contribuem para uma compreensão maior, mais rica e mais abrangente das questões neles formuladas (MATTHEWS, 1995, pp. 165-166).

Em suma, os que advogam pela HFC no ensino defendem uma abordagem histórica e filosoficamente contextualizada, uma educação em ciências situada nos seus diversos contextos sociais, ético, histórico, filosófico e tecnológico, podendo ser utilizada desde o ponto de “... *vista mais prático e aplicado*” (MARTINS, 2007, p.114), “... *como pelos conteúdos das disciplinas científicas*” (*id. ibid.* p.114) ou “*como estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias*” (*id. ibid.*).

## **2.1 HFC e Experimentação no Ensino**

O uso da HFC não restringe o uso de outras abordagens, podendo ser por elas complementada, assim como a utilização da experimentação no ensino de conceitos científicos. Tratando-se especialmente de aspectos históricos, com o auxílio de episódios o professor pode explorar em suas aulas experimentos que foram realizados ao longo da história por pesquisadores e que os ajudaram a chegar a importantes resultados acerca dos problemas estudados.

Em vista do exposto, o uso da experimentação (v. p. ex. Brasil, 1998) pode ser associado à História e Filosofia da Ciência, em especial com experimentos históricos, podendo representar alguns desses elementos motivadores e potencializadores do processo de ensino e aprendizagem, representando ferramenta didático-pedagógica para a práxis do professor e para a formação dos estudantes enquanto sujeitos autônomos (MATTHEWS, 1995).

Quando pensamos em proporcionar uma visão mais aproximada do trabalho científico, acreditamos que teoria e prática podem ser abordados entrelaçados. Neste sentido, os PCN's enfatizam o uso de experimentos como estratégias didáticas para discutir várias temáticas do nosso cotidiano (BRASIL, 1998). As atividades experimentais podem partir de uma situação problema ou uma questão a ser respondida, e não devem ser realizadas exclusivamente seguindo um roteiro, na perspectiva de um laboratório “fechado” (BRASIL, 1998).

Assim como a abordagem da HFC demanda muitos cuidados, como por exemplo com as simplificações, o reducionismo e as concepções equivocadas, o uso da experimentação também deve ser realizado com bastante cuidado e atenção, para que se afaste a ideia de um método científico a ser seguido, com o rigor de uma receita de bolo. Um dos cuidados que o professor deve tomar é de evitar o reforço da visão discutida neste trabalho, a empírico-indutivista, tendo muitas influências nas apresentações eminentemente positivistas da ciência.

A experimentação pode representar um papel relevante no ensino de ciências quando promove uma conexão entre a teoria e a observação dos fenômenos estudados, desde que leve em consideração de que o conhecimento não se constrói a partir da mera observação, sendo necessário um corpo coerente de conhecimentos e teorias que justifiquem os experimentos e suas finalidades, levando em conta, também, fatores extra científicos como a criatividade do pesquisador.

A idéia equivocada do método científico como um algoritmo infalível, capaz de produzir um conhecimento inquestionável através de observações, formulação de hipóteses, comprovação experimental e conclusão caracterizam a concepção empirista-indutivista da ciência [...]. Essa visão do método científico, embora rejeitada pelos filósofos da ciência, permanece presente no ensino de ciências [...] o que pode levar a uma descaracterização do papel da experimentação enquanto dimensão constitutiva da ciência. Essa concepção pode sugerir aos professores e estudantes que as atividades práticas experimentais são da mesma natureza e têm a mesma finalidade que as atividades experimentais e de observação que os cientistas fazem em seus laboratórios de pesquisa. O que é errado, pois são atividades bem distintas e com diferentes objetivos (PAULA, 2006, p. 19).

Em suma, procurando um ensino de ciências que proporcione uma formação capaz de formar sujeitos críticos, capazes de se colocarem frente às deliberações sociais, tendo o poder de decisão em relação aos conhecimentos científicos, dentre outros, os docentes devem sempre procurar meios que viabilizem tais fatores, através de metodologias e abordagens, sendo uma delas a HFC e sendo um recurso a experimentação.

Conseguir transmitir e ter uma melhor visão do trabalho científico tem sido uma busca individual para aqueles que se preocupam com a educação científica. E foi pensando em transmitir uma melhor compreensão do fazer científico que foi desenvolvida a intervenção aqui relatada, com a inserção de elementos da HFC na disciplina de Ciência através de uma reprodução aproximada de experimentos históricos sobre os princípios básicos da eletrostática, precisamente, a atração e a repulsão elétrica dos corpos, a partir das sugestões contidas no livro Andre Koch Torres Assis (ASSIS, 2010), *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*.

A intervenção apresentou fenômenos básicos da eletricidade através de experiências simples sobre o processo de eletrização e repulsão usando materiais de baixo custo e fácil acessibilidade. Foram desenvolvidos experimentos sobre atração e repulsão, explicou-se como se obtém corpos carregados por atrito, contato e indução, a diferença entre condutores e iso-

lantes, com um aporte de textos com elementos históricos, demonstrando desse modo, como os conceitos científicos são reformulados durante o tempo.

As experiências são uma reprodução aproximada dos experimentos históricos, como o do efeito âmbar, do perpendicular de Fracastoro, e do versório de Gilbert, pois não foram reproduzidos fielmente aos experimentos originais, mas essencialmente semelhantes no que diz respeito ao fenômeno físico. Este trabalho foi elaborado em conjunto com o uso de textos de HFC pertinentes.

Os materiais utilizados durante a intervenção são simples, de fácil acesso, alguns disponíveis em casa. As experiências foram realizadas na sala de aula, os alunos que realizaram os seus próprios experimentos, seguindo daí a discussão de alguns cientistas e as suas concepções acerca do assunto trabalhado na eletrostática. Durante a intervenção enfatizou-se a diferença entre a explicação e a descrição de um fenômeno, demonstramos que os cientistas do passado estiveram envolvidos com fenômenos que hoje em dia parece ser tão simples, mas que na verdade foram a base para o conhecimento atual.

Na próxima seção, é discutida como aconteceu a intervenção no segundo ciclo do ensino fundamental, a descrição das aulas, das avaliações e das metodologias utilizadas. O material didático utilizado na intervenção se encontra em Apêndice e nos Anexos.

### **3 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO**

#### **3.1 Visão Geral**

A intervenção foi realizada durante o mês de Novembro de 2013, na turma 9º B, contendo 29 alunos, no turno matutino. A disciplina de Ciências contava com 4 horas-aula semanais, sendo duas na terça e duas na sexta. Neste relato os alunos estão sendo identificados por números e a letra da sua turma (neste caso a letra B). As aulas iniciaram na terça, 4 de Novembro de 2013 e, ao entrar na sala, o professor da disciplina apresentou a professora estagiária, cumprimentando os alunos e lhes informando o que iria trabalhar. A partir desse momento, a professora estagiária deu execução ao seu programa (sequência didática) planejado.

O programa produzido pela estagiária é apresentado a seguir, Tabela 1, apresentando o tempo de execução das atividades propostas, os objetivos dos encontros e as atividades desenvolvidas em cada um deles.

Tabela 1 – Proposta da Sequência Didática em uma abordagem HFC

<b>Semana</b>	<b>Tempo</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Atividades</b>
1ª Semana	1º Encontro: Aulas 1 e 2 90min	Identificar as concepções prévias dos alunos a respeito dos conceitos de eletricidade; Apresentar o processo de eletrização por atrito, comparando-o ao efeito âmbar.	Apresentação do estagiário e entrega do texto, anexo A, e sua posterior discussão. A partir da leitura e discussão os alunos responderam à pergunta referente ao conteúdo trabalhado.
	2º Encontro: Aulas 3 e 4 90 min	Apresentar o perpendicular de Fracastoro, discutindo a sua importância para a eletrostática; Expor as contribuições de Gilbert a partir da criação do versório; Discutir que o conhecimento científico é um processo contínuo; Apresentar as relações entre a eletrização por atrito e o funcionamento do perpendicular e do versório.	Continuar a leitura do apêndice, as partes do texto “O Perpendicular de Fracastoro” e o “Versório de Gilbert”; Debate das contribuições de Gilbert e construção de um versório; Atividade experimental, anexo B, e a sua posterior discussão.
2ª Semana	3º Encontro: Aulas 5 e 6 90 min	Explicar os processos de eletrização por contato e indução, discutindo como as cargas se organizam nos corpos observados.	Utilização do livro didático adotado pelo professor da disciplina, fazendo analogia com o texto histórico, Apêndice, e com o processo de eletrização por atrito.
	4º Encontro: Aulas 7 e 8 90 min	Apresentar a discussão em torno do estudo de Fabri e Boyle e de suas contribuições para a compreensão das ações elétricas mútuas; Reproduzir e discutir os experimentos de Fabri e Boyle para testar as ações mútuas.	Continuar a leitura do apêndice, texto “Fabri e Boyle e as Ações Elétricas Mútuas”; realizar os experimentos 5 e 6 do anexo C; A partir da leitura e discussão responder à pergunta referente ao conteúdo trabalhado.
3ª Semana	5º Encontro: Aulas 9 e 10	Mostrar as contribuições dos cientistas para o descobrimento da	Continuar a leitura do apêndice, a parte

90 min	repulsão elétrica através de seus experimentos e de suas hipóteses levantadas que guiaram suas atividades experimentais.	do texto “Repulsões Elétricas”; Reprodução do experimento do anexo C; Aplicar um questionário.
6° Encontro: Aulas 11 e 12 90 min	Promover uma discussão-síntese dos temas trabalhados, comparando os conhecimentos prévios que os estudantes tinham e o conhecimento obtido a partir da exposição dos conteúdos históricos e da literatura escolhida pelo professor.	Recolher e discutir o questionário aplicado no 5° encontro;

Procuramos abordar a HFC com subsídios da experimentação em um estudo de um episódio histórico sobre a eletrostática na sala de aula. A intervenção buscou apresentar os fenômenos básicos da eletricidade através de experiências simples realizadas com materiais de baixo custo e de fácil disponibilidade.

Foram utilizados experimentos de atração, explicando como são obtidos corpos carregados por atrito, contado e indução, e repulsão explicando a diferença entre condutores e isolantes. As experiências são uma reprodução aproximada de experimentos históricos como o do efeito âmbar, do perpendicular de Fracastoro e do versório de Gilbert, pois não foram reproduzidas fielmente aos experimentos originais. Também se trabalhou com um aporte textual na forma de material didático (anexos) com elementos da HFC.

Além disso, mostramos como os conceitos teóricos vinham sendo formados e modificados neste processo, o mesmo ocorrendo com as formulações das leis fundamentais que descrevem estes fenômenos. A utilização da HFC e da experimentação na intervenção tinha o objetivo de verificar o aspecto motivacional dos alunos durante a vivência e apresentar a relação que existe entre as teorias da eletricidade e a verificação da correspondência entre elas, enfatizando que prática e teoria caminham lado a lado no desenvolvimento da Ciência.

Discutimos alguns aspectos da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico que não estamos acostumados a encontrar nos livros didáticos – o desenrolar das teorias e dos conceitos que se desenvolveram, a maneira que os cientistas trabalham, as teorias que foram refutadas e as que são atualmente aceitas hoje, as relações existentes entre a ciência e a sociedade, a influência da época sobre as questões científicas – na expectativa de formar uma visão

mais adequada sobre a natureza da ciência. No final da intervenção foi proposto aos alunos um pequeno questionário (Apêndice).

### 3.2 Descrição das Aulas

#### *1º Encontro*

A aula foi iniciada com um questionamento de caráter problematizador: Vocês imaginam como foi a descoberta da eletricidade? Foi solicitado que a turma dividisse em grupos para responder à provocação inicial escrevendo duas repostas e lendo-as para dar início à discussão, formando 5 grupos, 4 grupos de 6 e 1 de 5. As respostas colhidas de cada grupo estão organizadas na tabela 1.

Tabela 1 – Respostas dos grupos à provocação inicial

<b>Grupo</b>	<b>Vocês imaginam como foi a descoberta da eletricidade?</b>
<b>Grupo 1</b>	Acreditamos que foi um gênio que descobriu.
<b>Grupo 2</b>	Não sabemos, mas deve ter sido muito difícil.
<b>Grupo 3</b>	Não fazemos ideia!
<b>Grupo 4</b>	Pode ter sido através dos choques.
<b>Grupo 5</b>	Foi fazendo experiências.

A partir das respostas dos grupos foi iniciada uma breve discussão sobre os “gênios” da ciência e a atividade experimental dos cientistas, enfatizando que a construção do conhecimento não acontece de forma linear, que os gênios são, na verdade, pessoas comuns que se dedicaram a uma investigação científica e que a experimentação por ela mesma não responde a todos os problemas investigados na ciência.

Os resultados sugerem a falta de conhecimento dos estudantes de informações que apresentem discussões de cunho histórico-filosófico, apresentando a origem das teorias, o desenvolvimento pelo qual os conhecimentos passam, as controvérsias, aceitação ou refutação, êxitos e fracassos. Ressaltamos, também, a visão ingênua em torno do “gênio” como se o conhecimento fosse prerrogativas de seres ímpares e que pessoas comuns não poderiam alcançar essa “dádiva”.

Ainda sobre as primeiras noções da eletricidade, foi lançado outro questionamento: Alguém já passou pela experiência de aproximar o braço perto de um monitor de computador carregado ou televisão e os pelos se arrepiaram? Por que este fenômeno acontece? Vocês sabem explicar? As repostas dos grupos estão organizadas na tabela 2.

Tabela 2 – Respostas dos grupos em relação ao fenômeno dos monitores

<b>Grupo</b>	<b>Alguém já passou pela experiência de aproximar o braço perto de um monitor de computador carregado ou televisão e os pelos se arrepiaram? Por que este fenômeno acontece? Vocês sabem explicar?</b>
<b>Grupo 1</b>	É porque a TV esquenta e o nosso corpo é frio, daí arrepia.
<b>Grupo 2</b>	É por causa da eletricidade.
<b>Grupo 3</b>	Toda TV faz isso, mas não sabemos dizer o porquê.
<b>Grupo 4</b>	Arrepia por causa da eletricidade presente na TV.
<b>Grupo 5</b>	É por causa do contato entre a TV, que está quente, com o nosso corpo.

A partir das repostas da tabela 2, debatemos quais seriam as causas do efeito dos pelos arrepiados ao serem aproximados de uma tela de computador ou TV. Podemos notar que para a maioria, 60% da amostra, apresentou uma visão mais ingênua da causa do efeito observado e a minoria, 40% da amostra, mesmo fazendo uma associação correta não traz uma explicação mais consistente do efeito, a saber, que os pelos são atraídos por causa da eletricidade estática, promovendo a atração de corpos nas redondezas do objeto eletrizado.

Em seguida observamos o efeito da eletrização por atrito fazendo um recorte histórico, analisando explicações dadas pelos estudiosos que observaram este fenômeno. Iniciamos a leitura da parte do texto “o efeito âmbar”, do anexo F, discutindo as concepções dos cientistas acerca desse efeito.

Subsequentemente, foram reproduzidas algumas experiências, sob orientação provenientes da discussão anterior, Anexo A [Anexo A (i), Anexo A (ii) e Anexo A (iii)], três grupos ficaram com o Anexo A (i), um grupo com o Anexo A (ii) e um com o Anexo A (iii). Ao final perguntou-se para os alunos: Qual é a explicação para este fenômeno?

Tabela 3 – Respostas dos grupos em relação ao fenômeno do efeito âmbar

<b>Grupo</b>	<b>Qual é a explicação para este fenômeno?</b>
<b>Grupo 1</b>	Os papéis ficam grudados no canudo porque está atritado.
<b>Grupo 2</b>	A água curva-se por causa do canudo atritado.
<b>Grupo 3</b>	O canudo atrai a latinha por que foi atritado.
<b>Grupo 4</b>	É por causa do canudo atritado que o papel picado pula.
<b>Grupo 5</b>	Quando o canudo é atritado puxa os papéis.

Depois que cada grupo expôs a sua resposta foi argumentado que eles estavam apenas dando uma descrição do que acontece quando se atrita os canudos, a minha pergunta era pra saber o que acontece com o canudo atritado que passa a atrair corpos leves. Os alunos não souberam responder e atribuíram à causa da atração dos papéis picados pelo canudo carregado apenas ao atrito sem associar à eletrização que acontece a partir do atrito entre os materiais.

Foi explicado aos alunos que atualmente sabe-se que todo corpo é constituído por átomos que possuem partículas chamadas de nêutrons e prótons no seu núcleo e por elétrons que ficam envolta desse núcleo, mas que nesta época do efeito âmbar ainda não se tinha esse conhecimento. Isto significa que quando atritamos corpos isolantes passam a reter cargas elétricas negativas (os elétrons) se eletrizando negativamente e outro positivamente (perdendo elétrons).

## **2º Encontro**

A aula começou com uma recapitulação dos conceitos apresentados no 1º encontro, e depois foi dada continuação à leitura do texto na parte que trata de “O perpendicular de Fracastoro”, destacando a importância desse instrumento que facilitava a observação do movimento do objeto quando atraído. O objetivo para a discussão foi mostrar que através do instrumento desenvolvido por Fracastoro é possível a visualização de corpos mais “pesados” sendo atraídos pelo âmbar eletrizado.

Perseguindo o objetivo traçado para a discussão, foi realizada uma demonstração com um perpendicular e objetos de massas distintas e um outro objeto carregado, verificando que qualquer objeto é atraído à medida que é aproximado o objeto carregado do objeto suspenso na linha perpendicular ao suporte. A turma parecia bastante empolgada com a atividade, levantando questionamentos de como acontecia tal efeito.

Posteriormente foi realizada a leitura do texto na parte que trata do “Versório de Gilbert”, discutindo a natureza dos tipos de materiais, os corpos denominados de *elétricos* e *não elétricos*, e a sua contribuição para a eletrostática e a repulsão aparente. Em seguida foram reproduzidos pelos alunos, sob orientação, experimentos análogos aos de Gilbert (Anexo B), e sua discussão posteriormente acerca desse instrumento.

Logo após a execução dos experimentos por cada grupo de estudantes, enfatizou-se que o versório era muito sensível a torques e que podia detectar objetos que estivessem carregados. A partir disso, abordou-se como Gilbert denominou os tipos materiais, dando aos materiais de natureza atrativa o nome de *elétricos* e aos de natureza de serem atraídos *não elétricos*. A partir das denominações dadas por Gilbert aos materiais, foi discutida sua contribuição para a atual *Série Triboelétrica* (Anexo E).

### **3º Encontro**

A aula foi iniciada com uma problematização de como acontece a condução de cargas elétricas de um corpo para outro, culminando na exemplificação dos processos de eletrização por contato e indução. Para a explicação foi utilizado o livro didático adotado pelo professor e o material didático confeccionado com elementos históricos, estabelecendo analogias com o processo de eletrização por atrito.

A turma não parecia muito empolgada, mas, aparentemente, estavam entendendo a discussão e as analogias propostas na aula. Nessa aula não foi proposta atividade exclusivamente para este conteúdo, contudo, posteriormente foi realizada uma recapitulação trazendo à tona essa temática.

### **4º Encontro**

Neste encontro discutimos as contribuições de Fabri e Boyle para as ações mútuas, justificando que qualquer tipo de corpo tanto atrai quanto é atraído. A aula foi iniciada com questões problematizadoras como é “O versório que é atraído pelo canudo atritado? É o canudo atritado que atrai o versório? Ou tanto o versório como o canudo são atraídos um pelo outro?”.

Antes de responder aos questionamentos iniciais, foi realizada uma demonstração experimental que se encontra descrito no Anexo C, o experimento 5, tratando de um canudo

de plástico eletrizado por atrito e sendo grudado numa lousa. Depois da demonstração foi lançado mais um questionamento procurando saber o que estava atraindo o quê, se era o canudo ou a lousa.

As respostas dos alunos foram essencialmente que o canudo possuía excesso de elétrons e os transferia para o quadro, produzindo o efeito. Pelas respostas foi possível notar que inicialmente os alunos acreditavam que apenas um dos objetos estivesse atraindo o outro, que no caso era a lousa por ser maior do que o canudo.

Ao decorrer da discussão, da exposição do conteúdo e da demonstração do experimento 6 (Anexo C) – tratando de corpos neutros sendo aproximados e logo depois de um deles sendo atritados, repetindo o procedimento –, os alunos conseguiram perceber que corpos neutros também conseguem atrair corpos eletrizados. Nesse caso os versórios atritados. Essa aula foi crucial para que os estudantes percebessem a mutualidade nas ações elétricas.

## **5° Encontro**

Ainda sobre repulsões elétricas, foi trabalhada a parte do texto que trata do experimento de Guericke, a saber, o globo de enxofre que ao ser atritado conseguia manter penugens flutuando acima dele por um certo tempo. Foi discutido na aula que, apesar dessa observação de Guericke, ele não percebeu que esse efeito era o da repulsão elétrica e, desse modo, não se considera que ele tenha contribuído para o que sabemos de repulsão atualmente.

Esta discussão viabilizou o debate em torno dos “gênios” da História da Ciência e da não linearidade nas pesquisas científicas. Dessa maneira, os estudantes puderam comparar suas repostas no início do programa com estas evidências apresentadas. Sobre este conteúdo foi solicitado um questionário (Apêndice), para ser entregue no último encontro, e foi executado o experimento 7 e 8 (Anexo D), que consistia em observar a repulsão.

## **6° Encontro**

Este encontro foi basicamente uma recapitulação de todas as aulas com intuito de estabelecer uma análise entre os conhecimentos prévios que os alunos tinham antes das aulas e depois. Foram realizadas analogias entre os conceitos de processos de eletrização historicamente construídos com os atuais. Foi solicitado que os estudantes entregassem os questionários que, posteriormente, foi entregue ao professor para contabilizar na nota.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso da História e Filosofia da ciência com a complementação da experimentação como recursos didático não tem todas as respostas para todos os problemas encontrados no ensino de ciências. Porém, com a sua efetiva utilização, de maneira adequada no ensino, é possível atenuar as visões deformadas da ciência, trazer uma visão mais humanista da Ciência e contribuir para desmitificação do método científico, dentre outras contribuições.

Foi possível observar que os alunos desenvolveram os experimentos com bastante curiosidade e desenvoltura, pois os mesmos estavam ansiosos com o que iria acontecer ao atritarem um canudo com guardanapo, por exemplo. Foi possível observar, também, que experimentos simples podem ajudar bastante no ensino de ciências e fazer com que os alunos superem algumas das dificuldades existentes.

No decorrer da execução das atividades, observou-se que os alunos apresentaram diversas dificuldades na disciplina de ciências e através do uso das atividades que envolveram a HFC e da experimentação, apesar da forma simples, acreditamos ter contribuído de maneira significativa com o processo de ensino-aprendizagem das ciências – o que é sugerido pela interação dos estudantes tanto nas discussões como no desenvolvimento dos experimentos.

Ainda, através do estágio de intervenção, nota-se a viabilidade de se trabalhar com temas de HFC e experimentação e que os alunos têm capacidade de entender temas científicos de maneira satisfatória a partir disso.

Acredito que a minha experiência como aluna tenha influenciado a minha prática pedagógica, isso pode ser justificado pelo fato de tendermos a ensinar do mesmo modo que fomos ensinados. Portanto, acreditamos que a formação inicial dos professores deva contemplar aspectos da natureza da ciência de maneira que vise uma aquisição de conhecimentos enriquecedores. Qualifico, então, as atividades desenvolvidas durante a intervenção como viáveis para ser desenvolvidas no Ensino de Ciências, contribuindo para a aquisição de conteúdo e melhoria da interação entre professor e alunos.

## ABSTRACT

This paper deals with an experience report of an intervention project carried out during the Supervised Internship component at the João Alves Torres Municipal School of Education, located in Araruna-PB, in November 2013. The main objective of this intervention was Insert elements of the History and Philosophy of Science in the discipline of Sciences, through an approximate reproduction of historical experiments to approach the contents of Physics. In order to do so, it was considered the exquisite book by André Koch Torres Assis, *The experimental and historical foundations of electricity*. The intervention was carried out in a class of 9th grade elementary school and involved experiments on the basic principles of electricity, such as electric attraction and repulsion. The evaluation consisted of a questionnaire emphasizing aspects of the nature of science and the continuous evaluation of the class observing the dynamics of the students involved during the development of the activities.

**Keywords:** Science Teaching. History and Philosophy of Sciences. Historical-rich experiments.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, A. K. T.; **Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade**. Apeiron, v. 1. Montreal, 2010.
- ATAÍDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. C. **As Metodologias de Ensino de Ciências: Contribuições da Experimentação e da História e Filosofia da Ciência**. HOLOS, Ano 27, vol. 4, 2011.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciência Naturais/Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997/1998.
- MARTINS, A. F. P.; **História e Filosofia da Ciência no Ensino**: Há muitas pedras nesse caminho. Cad. Bras. Ens. 112 Fís., v. 24. Departamento de Educação UFRN, Natal RN, 2007.
- MARTINS, Roberto de Andrade. **Oersted e a descoberta do eletromagnetismo**. Cadernos de História e Filosofia da Ciência. UNICAMP, 1986, pp. 89-114.
- MARTINS, Roberto de Martins. Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação. In: SILVA, Cibelle Celestino (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2006, pp. XXI-XXXIV.
- MATTHEWS, Matthews. R. **História, Filosofia E Ensino De Ciências: A Tendência Atual De Reaproximação**. Departamento de Educação, Universidade de Auckland Auckland, Nova Zelândia, 1995. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.
- PAGLIARINI, Cassiano Rezende; SILVA, Cibelle. C. A estrutura dos mitos científicos em livros de física. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2007, Londrina. Atas do X EPEF: EPEF 20 anos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2007. P.1-9.

PAULA, Ronaldo César de Oliveira. **O uso de experimentos históricos no ensino de física: Integrando as dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula.** Brasília, 2006.

PÉREZ, Daniel Gil; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; PRAIA, António Cachapuz João. **Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico.** Ciência e Educação, v. 7. 2001.

TRINDADE, D. F. **A Interface Ciência e Educação e o Papel da História da Ciência Para a Compreensão do Significado dos Saberes Escolares.** Revista Iberoamericana de Educación ISSN: 1681-5653 n° 47/1 – 25 de septiembre de 2008.

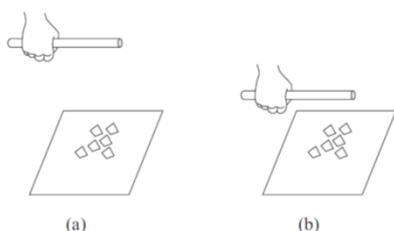
## **ANEXOS**

## Anexo A

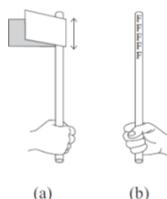
### (i) Experimento 1: Processos de Eletrização

Materiais utilizados: papel picado/ canudo de plástico/ papel toalha.

Na primeira experiência colocamos o papel picado sobre a mesa, pegamos um canudo de plástico e então aproximamos o canudo de plástico dos papeizinhos, sem toca-los. E ao observarmos, nada acontece (Figura 1).



**Figura 1** Canudo neutro: (a) afastado dos papéis picados e (b) mais próximo dos papéis picados (ASSIS, 2010).

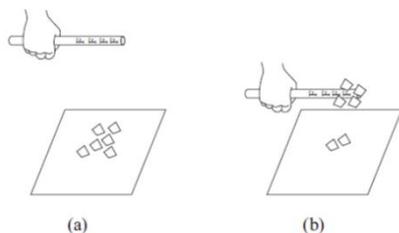


**Figura 2** Canudo de plástico (a) sendo friccionado e (b) ficando eletrizado (ASSIS, 2010).

Agora atritamos o canudo em uma folha de papel (guardanapo de mesa, papel toalha ou papel higiênico) esfregando-o rapidamente para frente e para trás. A região do canudo friccionada será representada pelas letras F (Figura 2).

Em sequência aproximamos o canudo atritado dos papeizinhos, novamente sem tocá-los, apenas aproximando-os. Observamos que a partir de certa distância os papeizinhos pulam para o canudo atritado e alguns ficam grudados nele, Figura 3. Ao afastar o canudo da mesa, observamos que eles continuam grudados nele.

Resposta: Qual é a explicação para este fenômeno?

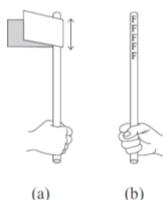


**Figura 3** Canudo de plástico carregado (a) longe dos papéis picados e (b) próximo dos papéis (ASSIS, 2010).

### (ii) Experimento 2: Processos de Eletrização

Materiais utilizados: latas de cerveja ou de refrigerante vazia/canudos de plástico/ papel toalha.

Colocamos uma lata de cerveja deitada sobre a mesa, pegamos o canudo de plástico e então aproximamos o canudo de plástico da lata, sem tocá-la. E observarmos.

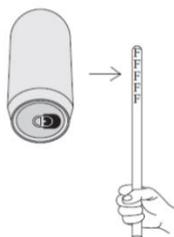


**Figura 4** Canudo de plástico (a) sendo friccionado e (b) ficando eletrizado (ASSIS, 2010).

Agora atritamos o canudo de plástico (Figura 4) e aproximamos da lata, na altura do seu eixo de simetria.

Observamos que quando o canudo atritado chega bem próximo da lata, sem tocá-la percebermos que a lata começa a se deslocar no sentido do canudo,

Figura 5. Podemos fazê-la andar para frente e para trás ao variar a posição do canudo atritado, alternando seu lugar na frente e atrás da lata.



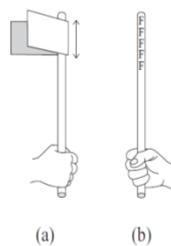
**Figura 5** Canudo carregado atraindo uma lata (ASSIS, 2010).

Resposta: Qual e a explicação para este fenômeno?

### (iii) Experimento 3: Processos de Eletrização

Materiais utilizados: bacia plástica/ garrafa pet com água, canudo plástico/ papel toalha.

Vamos ver se o canudo atritado atrai líquido. Com a bacia sobre a mesa, posicione a garrafa pet acima da bacia, abrindo-a e deixando escorrer de forma continua um fino filete de água. Em seguida, aproxima-se um canudo de plástico neutro e observe. Agora atrita-se o canudo de plástico, figura 6, e se repete a experiência, e observa-se que o filete de água curva-se visivelmente no sentido do canudo.



**Figura 6** Canudo de plástico (a) sendo friccionado e (b) ficando eletrizado (ASSIS, 2010).

Resposta: Qual e a explicação para este fenômeno?

## Anexo B

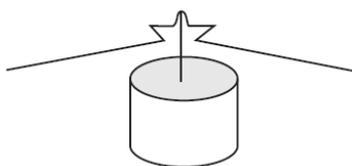
### O Versório

Foi desenvolvido para detectar o torque elétrico para investigar as propriedades atrativas de outros corpos. O termo versório vem da palavra latina, versorium, que tem o significado de instrumento girador ou aparato girante.

Construção de um versório.

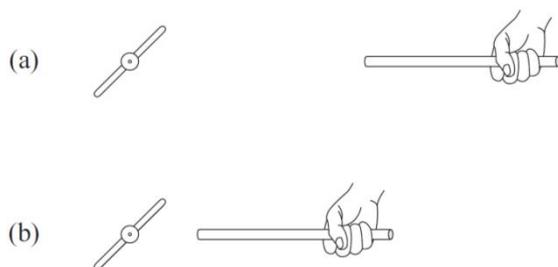
Matérias utilizadas: massa de modelar/ palito de dente/ plástico da garrafa pet/tesoura

Primeiro devermos construir o versório. Sobre a mesa coloque a massa de modelar, em formato de cilindro, finque um palito de modelar, verifique se estão fixos em relação com a terra. Agora pegue o plástico da garrafa pet, e dobre-o para ficar parecido com um chapéu, e o coloque na ponta do palito, Figura 8. É importante conferir se ele tem a liberdade para girar nos dois sentidos, sem tombar e sem ficar agarrando devido ao atrito com o alfinete.



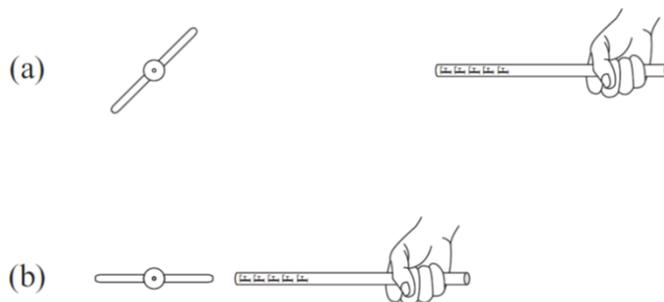
**Figura 8** Palito de dente preso na massa de modelar com uma tira de plástico em formato de chapéu (ASSIS, 2010).

## Experimento 4



**Figura 9** O versório aponta em uma direção casual quando está longe de um plástico neutro. (b) o versório continua em repouso.

Agora se atrita o plástico e repete a experiência com os plásticos atritados. Neste caso observa que os versório são orientados pelo plástico atritado, tendendo a ficar apontando para o plástico, Figura 10. Esta experiência mostra que o plástico atritado influencia corpos próximos a ele.



**Figura 10** Canudo de plástico atritado (a) longe dos papéis picados; (a) perto dos papéis picados.

Existem vários tipos de versório, com materiais diferentes, mas todos tinham o mesmo objetivo que é descobrir vários corpos que tinham a mesma propriedade do âmbar de afetar os corpos próximos ao serem atritados. Com o versório acontece apenas uma orientação de sentido ocorrendo mais facilmente do que o movimento dos papeizinhos. Pois existem alguns corpos que mesmo estando atritado não consegue atrair para si corpos leves, mas que conseguem orientar os versório.

## **Anexo C**

### **Experimento 5:**

Materiais utilizados: canudo plástico/ papel toalha/ quadro

O canudo de plástico neutro é encostado no quadro e solto do repouso observa-se que ele cai ao solo. Agora se atrita o canudo de plástico ao longo de todo seu comprimento com o papel toalha e o encosta-se ao quadro. Observa-se que o canudo de plástico gruda no quadro apesar da gravidade terrestre.

### **Experimento 6:**

Primeiramente vamos utilizar um versório neutro. Coloque-o sobre a mesa e aproxime o dedo, uma folha de papel ou um metal. Observamos que nada acontece com o versório quando esses objetos são aproximados dele. Agora vamos atritar uma das pernas do versório de plástico em uma folha de papel, e em seguida aproximamos desta parte atritada do versório, o dedo. Observamos que ele gira e se orienta, apontando para o dedo.

## **Anexo D**

### **Experimento 7:**

Vamos observar a repulsão de maneira bem simples.

Materiais utilizados: Fio de náilon com 10 cm de comprimento, pedaços de canudo plástico com uns 5 cm de comprimento, palito de churrasco, papel toalha.

Pega dois pedaços de canudos plásticos, amarra-se a cada extremidades dos canudos em cada pontas do fio de náilon. Dependura-se a parte central do fio de náilon em um suporte horizontal (palito de churrasco), tal que os dois canudos fiquem lado a lado verticalmente, com duas extremidades livres apontando para baixo. Atritam-se, agora, os dois canudos de plásticos com o papel toalha, observa—se que eles se se afastam um do outro, ou seja, se repelem. Quanto mais fino for o suporte horizontal, melhor se visualiza o fenômeno.

### **Experimento 8:**

Materiais utilizados: dois versórios feitos com o mesmo material, papel toalha.

Utilizaremos dois versório confeccionados com os mesmo material, atrita-se uma das pernas de cada um destes versório de plásticos com o papel toalha. Para lembrarmos qual perna foi atritada podem-se diferenciar entre as duas pernas marcando uma delas com uma caneta, isto deve ser feito antes de atritar o versório. Colocam-se os versório de plástico lado a lado com as partes atritadas apontando para o mesmo lado. Observa-se que as pernas atritadas se repelem mutuamente, fazendo com que os versório de plásticos girem até pararem alinhados entre si, ficando com as pernas atritadas o mais afastado possível entre si. O efeito é mais visível se os dois versório estiverem bem próximos, deve-se evitar o contato entre eles, pode-se colocar um dos versórios em uma altura um pouco menor do que a altura do outro em relação ao solo, é percebido que cada versório gira em um sentido após serem soltos do repouso, ou seja, se o versório A gira no sentido horário, o outro gira no sentido anti-horário.

Anexo E

Série tribo Elétrica

Materiais		
	pele humana seca couro pele de coelho vidro cabelo humano fibra sintética lã chumbo pele de gato seda alumínio papel algodão aço madeira âmbar borracha dura níquel e cobre latão e prata ouro e platina poliéster filme de PVC poliuretano polietileno (fita adesiva) polipropileno vinil (PVC) silicone teflon	

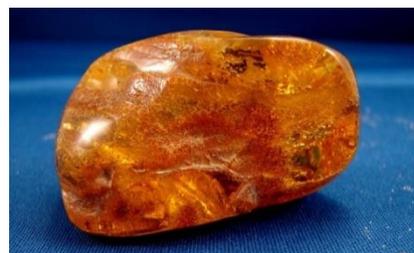
Figura 1 Eletrizações de diferentes tipos de materiais. Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/serie-triboeletrica.html>

## Anexo F

### Eletrostática

#### O efeito âmbar

**A**lguns fenômenos eletrostáticos tem sido observados pelo homem ao longo da história da humanidade viabilizando diversas pesquisas e avanços tecnológicos na tentativa de entender a natureza desses fenômenos. Um desses efeitos foi observado no âmbar (resina fossilizada chamada de *elektron* – Figura 1), pelo filósofo gre-



**Figura 2** Resina Fóssil, âmbar. Fonte: <http://1nariz.com.br/2013/falan-do-perfues/o-que-e-ambar-e-perfume>

go Tales (640-540 a.C.), da cidade de Mileto, que observou que o âmbar ao ser atritado adquiria propriedades de atrair corpos leves que estivessem próximos. Este fenômeno teve várias interpretações desde a atribuição a algo sobrenatural, visão defendida desde Platão, Tales e Diógenes Laércio até Gilbert (1544-1603) que nomeou de corpos elétricos aqueles que tinham as mesmas propriedades do âmbar.

Neste sentido, vários experimentos de eletrização foram realizados, durante a história da humanidade com o intuito de entender a natureza desse fenômeno, sendo que, cada experiência contribuiu para que chegasse ao conhecimento que hoje é aceito pela ciência. Nesta seção veremos alguns experimentos análogos ao da história para podermos observar a atração por atrito.

#### O perpendicular de Fracastoro

**O** perpendicular é considerado o instrumento elétrico mais antigo criado por Girolamo Fracastoro (1478-1553), poeta, médico e filósofo de Verona, apresentado em seu livro de 1546. Foi utilizado para mostrar que o âmbar atritado atrai não apenas corpos leves, mas também outro pedaço de âmbar ou até mesmo um metal como a prata.

Como podermos vê na figura 2, o perpendicular consistia em uma linha vertical presa na extremidade superior a um suporte fixo em relação à terra e a sua extremidade inferior um pedaço



**Figura 3** Perpendicular. Fonte: <http://comandoseletricosi.blogpot.com.br/2013/08/aula-02-fundamentos-de-eletros-tatica.html>

de âmbar ou de prata. Observou-se que ao aproximar um corpo eletrizado do pedaço de âmbar neutro a linha se afastava da vertical, aproximando-se do âmbar atritado.

Este aparato foi de grande importância para os avanços nos estudos da eletrostática, pois apresenta a vantagem da tração do fio que contrabalança o peso do corpo. Isto é, a atração gravitacional da Terra que é equilibrada pela tração (força que o fio exerce) do fio, isso quer dizer que o objeto preso na ponta do fio fica parado e facilita a observação do movimento horizontal do pequeno corpo que está suspenso na parte inferior do fio. Pois, seria difícil observar se o pedaço de âmbar estivesse sobre uma mesa devido ao peso e a densidade do corpo. Outro cientista que contribuiu para os avanços nas pesquisas neste campo foi William Gilbert.

### Versório de Gilbert

**W**illiam Gilbert (1544-1603) – figura 3 – foi um físico, médico inglês e cientista que deu início às pesquisas modernas sobre a eletricidade e magnetismo. Foi o primeiro a afirmar que a terra seria um grande ímã e por este motivo que as bússolas apontam para o norte, discordando da teoria que era aceita anteriormente que dizia que a orientação da bússola era devida à estrela polar ou grandes ilhas magnéticas no polo norte que atraíam a bússola.



**Figura 4** William Gilbert. Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/363665738637511703/>

Em seu livro, Gilbert estudou a eletricidade estática usando âmbar em diversas experiências procurando diferenciar os fenômenos relacionados ao ímã dos fenômenos relacionados ao âmbar. Entretanto, de acordo com as teorias atuais, entendemos que efeitos elétricos geram magnéticos e vice-versa. Assim entendemos estes efeitos a partir de esforços de unificações teóricas realizadas por vários pesquisadores destes temas, como Oersted, por exemplo, (MARTINS, 1986).

A sua maior contribuição para a ciência da eletricidade foi descobrir uma série de substâncias que se comportavam como o âmbar ao serem atritadas nomeando-as de corpos *elétricos* e corpos *não elétricos* para aqueles que mesmo estando atritado não atraía pra si corpos leves. Para isto, utilizou um



**Figura 5** Versório. Fonte: <http://comandoseletricosii.blogspot.com.br/2013/08/aula-02-fundamentos-de-eletrostatica.html>

instrumento que denominou de versório, figura 4, que seria um aparato girador composto de duas partes: um membro vertical, que age como um suporte fixo em relação à terra, e um membro horizontal capaz de girar livremente sobre o eixo vertical definido pelo suporte.

Com este instrumento era mais fácil observar movimentos produzidos pelos torques (quantidade de força aplicada em um corpo extenso), por ser um instrumento muito sensível e por possuir um dos seus membros livres para girar. Gilbert em suas experiências não atritava o versório e talvez, por isso, tenha concluído de forma equivocada que não existiam as ações mútuas, naturais dos ímãs.

Para Gilbert a atração só existia em alguns tipos de materiais, como no âmbar, por exemplo, como era observado por ele. Já que o âmbar conseguia atrair alguns objetos, ele tinha a natureza de atração e os outros objetos tinham a natureza de serem atraídos. Já a repulsão não foi bem aceita por ele, porque se fosse levada em consideração a natureza dos tipos de materiais, deveriam existir apenas materiais que tendem a atrair e os que tendem a ser atraídos. Dessa forma, a repulsão observada era falsa e poderia ser causada por correntes de ar, pela atração de outros objetos que estivessem próximos de corpos que tendem a ser atraídos.

### **Fabri e Boyle e as Ações Elétricas Mútuas**

Você já imaginou o que aconteceria se atritasse um guardanapo em um canudo e tentasse encostá-lo à lousa da sua sala? Certamente vai notar que ele fica grudado e que não cai; mas por que isso acontece? O que faz o canudo grudar na lousa e não cair? Se você já fez essas perguntas quero dizer que não foi o único; muitos cientistas do passado também tinham muitas dúvidas desse tipo e, por isso, começaram a fazer pesquisas para entender esses fenômenos melhor. O que você acha de conhecermos um pouco dessa história? Podemos começar por Honoré Fabri e Robert Boyle.

Vamos começar com Honoré Fabri (Figura 5). Ele era um jesuíta francês, foi teólogo, matemático e físico, mas foi conhecido pelos seus trabalhos em matemática. Provavelmente nasceu no dia 15 de Abril de 1608 em Ain, França, e possivelmente morreu em 8 de Março de 1688, em Roma. Em física suas contribuições nos interessam nesse momento, como as ações mútuas entre objetos eletrizados.



**Figura 6** Honoré Fabri.  
Fonte:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Honor%C3%A9\\_Fabri](https://es.wikipedia.org/wiki/Honor%C3%A9_Fabri)  
i

Outro cientista que vamos destacar foi Robert Boyle (Figura 6), foi um filósofo natural, químico e físico irlandês que se destacou pelos seus trabalhos em física e da química. Nasceu em Lismore, em 25 de janeiro de 1627 e morreu em Londres em 31 de dezembro de 1691. Como Fabri, vamos conhecer mais de suas contribuições no campo da física, em especial em na área da eletricidade.

As principais contribuições de Fabri e Boyle estão na tentativa de mostrar que existe uma ação mútua entre corpos eletricamente carregados, ou seja, que um mesmo corpo tanto é atraído como atrai outros corpos. Como você viu anteriormente, Gilbert não acreditava nesse tipo de ação, mas veremos através de dois experimentos realizados por Fabri e Boyle defendendo a existência da ação mútua.



**Figura 7** Robert Boyle.

Fonte:  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Robert\\_Boyle](https://pt.wikipedia.org/wiki/Robert_Boyle)



**Figura 8** Canudo carregado.

Fonte:  
[http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99\\_Explor\\_Eletrizacao/pagini-nas%20htmls/Demo%20Canudinho.htm](http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/pagini-nas%20htmls/Demo%20Canudinho.htm)

O primeiro desses experimentos trata de um canudo de plástico em dois momentos, num sem ser atritado e noutro atritado por um guardanapo. Nas duas situações o canudo é encostado na parede e podemos perceber que antes de ele ser atritado ele cai em direção ao chão. Depois de ser atritado e ao ser encostado na parede ele grupa (figura 7) e pode permanecer grudado por muito ou pouco tempo.

O que determina o tempo em que o canudo permanece grudado na parede? Como ele pode ficar grudado sem o uso de nenhum tipo de cola? Ele fica grudado por causa da eletricidade estática. Quando ele é atritado com o guardanapo arranca elétrons e fica com esse excesso sobre ele e essas cargas exercem uma ação sobre a parede. Se ele estiver bastante eletrizado permanece por muito tempo grudado na parede, mas se não estiver cai rapidamente.

Com esse experimento podemos verificar se um objeto está eletricamente carregado ou não e, além disso, podemos verificar se estão mais ou menos carregados. Mas quem atraiu quem, a parede atraiu o canudo ou o contrário? Se os dois corpos puderem provocar atração ou repulsão, então podemos dizer que existe ação mútua entre os corpos e Gilbert estava enganado quanto à não-existência dessa ação? Vamos explorar essas questões a seguir.

O segundo experimento foi realizado por Stephen Gray em 1720 atritando outros tipos de materiais que não fossem âmbar, para verificar se estes materiais atritados se comportariam como ele. Gray atritou penugem, fios de cabelo, de seda, de linho, de algodão, dentre outros, e os colocou entre seus dedos e percebeu que eram atraídos por um dos dedos ou por objetos próximos. Mas o que é interessante saber é se esses objetos atritados também poderiam atrair outros.

Quando Gray atritava penugem e fios, percebia que o tempo que permaneciam eletrizados e que ficavam eletrizados não era tanto e pensou que a umidade poderia atrapalhar nesse processo de eletrização. Dessa forma, ele aqueceu esses materiais e percebeu que se eletrizavam mais facilmente e que conseguiam atrair outros objetos, percebendo que quanto mais úmidos menos eletrizados conseguem ficar.

Nesse experimento de Gray podemos perceber que estes materiais que antes eram vistos por Gilbert possuindo uma natureza de serem atraídos, agora conseguiam atrair, assim como o âmbar. Será que essa foi uma evidência da existência das ações mútuas? Podemos dizer que esse foi um caminho para perceber que qualquer tipo material tanto atrai ou repele ou é atraído ou repelido por outros objetos eletrizados. Esta é uma descoberta muito importante do ponto de vista da física, mostrando que há uma ação e reação na eletrostática, isto significa que a força elétrica age mutuamente entre os corpos interagentes.

Sendo assim, Fabri e Boyle realizaram experimentos com âmbar atritado suspenso e quando aproximava outros objetos dele o que observavam era que havia um deslocamento do âmbar em direção aos objetos que se aproximavam. Podemos notar claramente que o âmbar estava sendo atraído e isso justifica a existência de ações mútuas, ou seja, qualquer matéria pode atrair como ser atraído. As pesquisas de Fabri e Boyle serviram para mostrar esse fato negado por Gilbert em seus estudos.

## Repulsões Elétricas

Otto Von Guericke (1602-1686) – Figura 9 – foi um físico alemão conhecido por seus estudos do vácuo e da eletrostática, projetou e construiu uma montagem que funcionava, para ele, como uma réplica em miniatura da terra e que hoje é considerada por alguns estudiosos como a primeira máquina eletrostática (Figura 8) capaz de produzir a eletrificação dos corpos.



**Figura 9** Otto Von Guericke. Fonte: <http://www.germanyons-tamps.iblogger.org/Historias/otto%20guericke.html>



**Figura 11** Primeira Máquina Eletrostática. Fonte: <http://www.germanystamps.iblogger.org/Historias/otto%20guericke.html>

É relevante destacar que o próprio Guericke não concordava que seu aparato pudesse produzir eletrificação. A montagem era formada basicamente por um globo de enxofre que conseguia ser girado e friccionado com a mão, produzindo faíscas (partículas luminosas que se desprende do globo) e isto o levou a explicar por meios de teorias a natureza elétrica dos meteoros luminosos, em especial dos relâmpagos.

O experimento de Guericke com o globo de enxofre apoiado

por duas bases laterais sobre uma mesa, movido por uma manivela, e sob o globo eram colocados debulhos (tipos de pedacinhos de folhas, ouro, prata, papel, dentre outros) e quando a esfera era friccionada com a mão seca se observava que havia uma atração desses fragmentos, cuja era denominada de virtude conservadora.

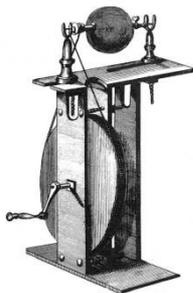
Guericke também fez menção da virtude expulsiva que era observada quando se retirava o globo friccionado do aparato e o segurava com a mão e notava-se que o globo passava não só a atrair para si corpos pequenos, mas também repelir estes corpos; isso acontecia quando havia o contato entre o corpo e a esfera, e que só passaria a ser atraído novamente pelo globo quando tivesse sido tocado por algum outro corpo. Foi assim que manteve pela primeira vez uma pena flutuando por um tempo bem longo acima de uma esfera de enxofre atritada, mas deve-se ressaltar que o próprio Guericke não considerava a repulsão da pena, e por este motivo não se considera atualmente que tenha descoberto ou reconhecido a repulsão elétrica.

Guericke comparou as virtudes do globo com as da esfera terrestre enfatizando que, assim como o globo friccionado atrai para si os debulhos e os mantém em sua superfície durante o seu movimento, a esfera da terra também mantém inúmeros corpos em sua superfície durante seu movimento diário. As virtudes mencionadas – atrativa e expulsiva – seriam, então, apenas virtudes análogas às da terra, ou seja, não seria algo genuinamente elétrico.

Só no início do século XVIII foi construído intencionalmente por Francis Hauksbee (Figura 10) o primeiro instrumento, chamado de máquina elétrica ou gerador elétrico por atri-



**Figura 10** Francis Hauksbee. Fonte: <http://www.lookandlearn.com/history-ima-ges/XJ101344/Francis-Hauksbee-died-c-1713>



**Figura 12** Máquina elétrica. Fonte: <http://www.coe.ufrj.br/~acmq/eletrostatica.html>

to para produzir a eletrificação de corpos (Figura 11) movida manualmente, fazendo o globo de vidro girar rapidamente e atritá-lo ao colocar a mão sobre ele. Foi através deste instrumento que, em 1708, Gray e Hauksbee fizeram experiências análogas as de Guericke utilizando uma penugem atraindo-a e depois repelindo-a por um tundo atritado de flint-glass (vidro composto de chumbo).

Gray descreve doze experiências, em seu artigo de 1708, utilizando um tubo de vidro, com 2 ou 3 cm de diâmetro, 70 ou 80 cm de comprimento, que se atritava com a mão. Vamos descrever aqui, apenas um resumo de quatro de suas experiências:

Primeiramente se solta uma pena perto de um bastão de vidro neutro e observa-se que cai ao solo. Agora quando atritamos esse bastão percebermos que a pena é atraída grudando no bastão. Depois que a pena tocar no bastão de vidro, ela se solta, e se estiver próxima, cerca de 10 a 20 cm de distância, de uma parede é observado uma oscilação da pena entre o bastão de vidro e a parede. É percebido que é possível transporta essa pena depois que ela adquire a mesma quantidade de carga do bastão de vidro quando se tocam, fazendo flutuar.

Por que será que a pena ao tocar o bastão carregado depois de algum tempo era possível fazê-la flutuar? Este efeito acontecia porque quando os dois corpos se tocavam havia a transferência de cargas do corpo que possuía cargas em excesso para o que não possuía este excesso. A flutuação acontecia porque no momento do toque eles ficavam com cargas iguais e, como sabemos atualmente, cargas iguais se repelem. Isto justifica a repulsão elétrica que por muito tempo foi negada por muitos cientistas.

A repulsão elétrica só foi reconhecida como um fenômeno legítimo e característico das interações elétricas com a publicação dos trabalhos de Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739) em 1733 e 1734. É interessante observar que o próprio Du Fay inicialmente não considerava a repulsão observada como um fenômeno real, só depois mudou de opinião devido às evidências experimentais, concluindo que era um fenômeno genuinamente elétrico. Du Fay, primeiramente concluiu erroneamente que os corpos leves apenas são nor-



**Figura 13** Charles Du Fay. Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/31666003604633647/>

malmente repelidos pelo tubo de vidro eletrizado quando se aproximam destes corpos leves alguns corpos de um volume um pouco considerável, e isto o fez pensar que estes últimos corpos grandes haviam se eletrizado pela aproximação do tubo e que, portanto, eles atraíam por sua vez a penugem, ou a folha de ouro, e que desta forma ele o corpo leve era sempre atraído, seja pelo tubo, seja pelos corpos vizinhos grandes, mas que não haveria jamais uma repulsão real.

Mas foi em uma experiência do Sr. de Réaumur [René Antoine Ferchault de Réaumur, (1683-1757)] me advertiu, se opôs a esta explicação; ela consiste em colocar na borda de uma carta um pequeno monte de pólvora sobre a escrita, aproxima-se deste monte um bastão de cera da Espanha eletrizada, e vemos muito claramente que ela expulsa para além da carta as partículas de pólvora, sem que se possa suspeitar que elas sejam atraídas por algum corpo vizinho. Em outra experiência se confirmou a repulsão real na ação dos corpos elétricos. Colocou-se as folhas de ouro sobre um cristal, ao aproximarmos o tubo de vidro eletrizado por baixo do cristal, as folhas de ouro são expelidas para o alto sem recair sobre o cristal. Este experimento foi crucial, pois não poderia ser explicado este movimento pela atração de algum corpo vizinho.

## APÊNDICE – QUESTIONÁRIO APLICADO AO FIM DA INTERVENÇÃO



Universidade Estadual da Paraíba

Campus VIII – Araruna-PB



Licenciatura em Ciências da Natureza

Escola Municipal de Ensino Fundamental João Alves Torres

Conteúdo: **Eletrostática**

Estudantes:

---

---

---

### QUESTIONÁRIO

1 – Como foi a descoberta do fenômeno Eletricidade?

---

---

---

---

---

2 – O conhecimento científico é flexível à mudança?

---

---

3 – O conhecimento científico é produzido por gênios?

---

---

---