



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**JULIANA SHIRLEY MAMEDE ARAÚJO**

**A MÁQUINA ELETROSTÁTICA DE HAUKSBEE: POSSIBILIDADES PARA O  
ENSINO DE FÍSICA**

**CAMPINA GRANDE  
2022**

JULIANA SHIRLEY MAMEDE ARAÚJO

**A MÁQUINA ELETROSTÁTICA DE HAUKSBEE: POSSIBILIDADES PARA O  
ENSINO DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Coordenação do Curso de Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Física.

**Área de concentração:** Física

**Orientador:** Prof. Dr. José Antonio Ferreira Pinto.

**CAMPINA GRANDE  
2022**

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

A663m Araujo, Juliana Shirley Mamede.

A máquina eletrostática de Hauksbee [manuscrito] : possibilidades para o ensino de Física / Juliana Shirley Mamede Araujo. - 2022.

19 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.

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

1. Ensino de Física. 2. Abordagem Histórica investigativa.  
3. Máquina eletrostática. 4. Francis Hauskbee. I. Título

21. ed. CDD 530.7

JULIANA SHIRLEY MAMEDE ARAÚJO

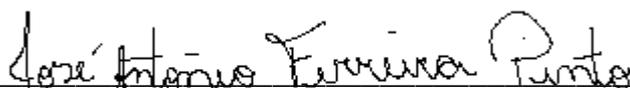
A MÁQUINA ELETROSTÁTICA DE HAUKSBEER: POSSIBILIDADES PARA O  
ENSINO DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Física da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Licenciada em  
Física.

**Área de concentração:** Física

Aprovada em: 29 / 11 / 2022 .

**BANCA EXAMINADORA**



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



Prof. Dra. Ana Paula Bispo da Silva  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Rilavia Almeida de Oliveira  
Pesquisadora Independente

A minha falecida avó, Maria das Neves Araújo e ao meu avô Josué Alfredo de Araújo pelo amor e cuidado, DEDICO.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	06
2	<b>ABORDAGEM HISTORICO-INVESTIGATIVA</b> .....	07
3.	<b>EPISÓDIO HISTÓRICO</b> .....	08
3.1	<b>Francis Hauksbee</b> .....	08
3.2.	<b>A máquina de Hauksbee</b> .....	09
3.2.1	<i>Experimento I</i> .....	12
3.2.1	<i>Experimento II</i> .....	14
3.3	<b>Alguns aspectos gerais dos experimentos</b> .....	15
3.4	<b>Proposições para a sala de aula</b> .....	15
4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	17
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	18

## **A MÁQUINA ELETROSTÁTICA DE HAUKSBEE: POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE FÍSICA**

### **HAUKSBEE'S ELECTROSTATIC MACHINE: POSSIBILITIES FOR PHYSICS TEACHING**

Juliana Shirley Mamede Araújo

#### **RESUMO**

A história da ciência no ensino pode ser introduzida de diferentes maneiras, sendo sua associação com a experimentação uma delas. Neste trabalho, apresentamos a descrição e funcionamento da máquina eletrostática de Hauksbee e analisamos alguns dos seus experimentos no intuito de entender quais as questões discutidas por ele e suas conclusões. Na sequência apresentamos algumas possibilidades para que professores possam elaborar uma aula com abordagem histórica-investigativa. Pudemos observar que o episódio da máquina eletrostática tem um grande potencial didático para construção de problemas investigativos por estabelecer processos experimentais bem estruturados e sua relação com as teorias vigentes por ele utilizadas. Portanto, o professor que venha a utilizar essa pesquisa poderá explorar questões conceituais e experimentais em suas aulas de física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Abordagem Histórica investigativa; Máquina Eletrostática; Francis Hauskbee.

#### **ABSTRACT**

The history of science in teaching can be introduced in different ways, its association with experimentation being one of them. In this work, we present the description and operation of Hauksbee's electrostatic machine and analyze some of his experiments in order to understand the issues discussed by him and his conclusions. Next, we present some possibilities for teachers to prepare a class with a historical and investigative approach. We could observe that the electrostatic machine episode has a great didactic potential for the construction of investigative problems by establishing well-structured experimental processes and their relationship with the current theories used by him. Therefore, the teacher who will use this research will be able to explore conceptual and experimental issues in his physics classes.

**Keywords:** Physics Teachin; Investigative historical approach; Electrostatic Machine; Francis Hauskbee.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente já existe certo consenso entre pesquisadores de que o ensino de ciências pode se beneficiar de diferentes maneiras com a introdução de discussões metacientíficas no currículo. Entre outras coisas, pesquisadores apontam que apresentar as ciências de maneira contextualizada, com o uso, por exemplo, da História da Ciência, além de enriquecer o currículo, pode gerar o instinto investigativo e reflexivo no estudante trazendo uma visão mais adequada do que é o trabalho da ciência e dos cientistas (MARTINS L, 1998; VICENTE; PINTO; SILVA, 2020; MOURA, 2021).

Batista e Silva (2018) apontam que o desenvolvimento de atividades que busquem uma formação crítica precisa ir além da mera decodificação de palavras e reprodução de ideias; faz-se necessário estabelecer ambientes para a discussão, reflexão e pesquisa de maneira que estudantes possam se envolver no objeto de estudo, seja ele teórico ou prático. Uma das propostas para que isso se materialize é desenvolvendo atividades com abordagem histórico-investigativa (BATISTA; SILVA, 2018).

A elaboração de aulas com abordagem histórico-investigativa não se resume apenas em ler um texto histórico e nem reproduzir um experimento em sala de aula. É necessário construir um cenário investigativo que possibilite a discussão da complexidade do conhecimento científico, associando elementos da história da ciência com atividades práticas, buscando o envolvimento ativo dos estudantes no processo de construção do conhecimento.

Nos casos em que o episódio histórico envolve a presença de um experimento histórico, diferentes possibilidades didáticas podem contribuir para a construção do cenário investigativo. O aprofundamento no estudo do episódio, juntamente com a imersão do docente nas questões envolvidas na produção e execução do experimento, possibilita que questões interessantes emergjam como algumas distorções que podem acontecer ao longo do tempo, como a alteração de conceitos e na divulgação do papel desses experimentos, fazendo com que não representem mais aquilo que foi descrito por seu idealizador (SILVA, 2019). À vista disso, para que um professor elabore uma aula com abordagem histórico-investigativa, a partir do estudo de um experimento histórico é necessária a busca e análise de textos históricos e a compreensão de diferentes elementos do experimento estudado.

Este trabalho relata a descrição e funcionamento da máquina de Hauksbee, buscando entender o contexto em que o Hauksbee planejou e realizou seus experimentos; identificar os problemas e os caminhos apontados por ele em cada montagem realizada com a máquina. Inicialmente discutimos brevemente a abordagem histórico-investigativa, em seguida apresentamos o episódio histórico que se constitui de uma descrição da máquina eletrostática de Hauksbee, na seção II de seu livro *Physico-mechanical Experiments on Various Subjects*.

A partir da análise desses experimentos, buscamos compreender os problemas discutidos por Hauksbee em cada um dos modelos e os resultados por ele encontrados. Ao final, apontamos algumas possibilidades de discussão didática e de como essa experiência pode trazer elementos para a construção de problemas investigativos em aulas de física.

## 2 - ABORDAGEM HISTORICO-INVESTIGATIVA

A abordagem histórico-investigativa busca relacionar o ensino investigativo (EI) com a história da ciência de modo a proporcionar a contextualização do conhecimento, o desenvolvimento de competências experimentais presentes nos procedimentos da atividade científica e a possibilidade de refletir de maneira crítica acerca do conhecimento estudado (BATISTA; SILVA, 2018). O uso adequado da abordagem histórico-investigativa (HI) pode facilitar o entendimento dos alunos sobre o fazer científico. Para tanto, faz-se necessário o planejamento para o desenvolvimento da aula e um professor bem capacitado e ciente de como desenvolver uma aula com abordagem HI.

Segundo Batista e Silva (2018), a atividade investigativa precisa contemplar diferentes objetivos como promover a formação de conceitos, desenvolver o pensamento e a argumentação, contemplar a aprendizagem e etc. Nesse contexto, o professor tem papel fundamental na mediação entre o processo de investigação e as condições necessárias para que os estudantes possam se envolver ativamente no problema proposto. Ao utilizar um tema investigativo associado a um episódio histórico, permite que a Natureza da Ciência seja refletida em práticas investigativas e com isso os alunos compreendam melhor o fazer científico e ainda se faça presente a aprendizagem dos conceitos científicos.

A história da ciência é o que motiva o desenvolvimento de casos em atividades em sala de aula que facilitam o aprendizado de conceitos e procedimentos típicos das atividades científicas, proporcionam melhor aprendizado dos próprios conceitos científicos e motivam e engajam os alunos (BATISTA; SILVA, 2018).

Segundo Martins (1990), uma apresentação mais ampla à história da ciência promove o pensamento, portanto conhecer o contexto e como os pesquisadores conduzem experimentos específicos pode estimular os alunos a se engajarem na história/ciência e fazer com que os alunos percebam que grandes cientistas são pessoas comuns que não criaram o conhecimento em um estralar de dedos. Na investigação histórica, os alunos participam de todo o processo investigativo, desde pensar sobre uma questão até completá-la. A história da ciência serve como fonte de investigação e vincula o assunto às informações históricas, permitindo o diálogo e a discussão sobre as questões abordadas (BATISTA; SILVA, 2018).

Assim, é possível dizer que a abordagem histórico-investigativa não se refere à leitura de textos sobre cientistas, pode-se dizer que estimula a construção do conhecimento dos alunos de forma mais crítica, mostrando-lhes os passos da física. Eles passam por dificuldades e conquistas até serem provisoriamente aceitos, por isso é importante ressaltar que a ciência não é perfeita e que não foi criada por um pesquisador, foi construída por muitos.

Enfatizar que as atividades de investigação histórica não preparam os alunos para trabalhar com qualquer material como ocorre frequentemente nos cursos tradicionais de laboratório. As atividades de investigação histórica incentivam os alunos a participar de cursos de laboratório por meio de uma participação ativa, não basta que os alunos gostem de experimentos, mas que isto sirva como ponto de partida para realização da aprendizagem.

Considerando que os alunos chegam à sala de aula com conceitos formados da disciplina de física, e uma das formas de mudar esses conceitos seja por meio de investigações históricas, e assim, se faz necessário que os alunos aprendam a

problematizar a situação, contextualizá-la e relacioná-la com seus conhecimentos prévios, com mediação do professor (BATISTA; SILVA, 2018).

### 3. EPISÓDIO HISTÓRICO

#### 3.1- FRANCIS HAUKSBEE

Poucas informações são conhecidas sobre a vida de Francis Hauksbee: não se tem conhecimento sobre o ano do seu nascimento e apenas suposições sobre sua morte, provavelmente entre final de maio ou início de junho de 1713 (HOME, 1967); mas os registros de seus experimentos são bem completos. Para Roller e Roller (1953) Hauksbee é uma figura bastante misteriosa na história da ciência, sendo um personagem de estudo muito interessante para historiadores, principalmente por se tratar de alguém que, segundo os autores, trata-se de um “pioneiro imaginativo de uma era anterior abriu caminho em direção a novos conhecimentos” (ROLLER; ROLLER, 1953, p. 64).

Hauksbee iniciou seu trabalho de forma mais produtiva por volta de 1703, mantendo-se ativo até sua morte em 1713. Sua biografia é considerada relevante e suas investigações possuem a característica de serem bastante claras em relação a outros trabalhos da época. Ainda segundo Roller e Roller (1953), Hauksbee é uma personagem interessante no contexto da eletricidade, ainda que tenha pouco reconhecimento atualmente. Para os autores,

[...] em sua época demonstrou notável capacidade de fazer questões perturbadoras, derrubar teorias obstrutivas, aperfeiçoar equipamentos para pesquisas mais ambiciosas, além de preparar o terreno para avanços no estudo da eletricidade (ROLLER; ROLLER 1953, p. 64, tradução nossa).

Um artesão, aparentemente com pouca educação formal, Hauksbee conduziu experimentos na primeira década do século XVIII que o levaram a tornar-se membro da *Royal Society of London*<sup>1</sup>. Ele iniciou seus estudos em óptica acerca de um fenômeno considerado novo, apresentado na época por Jean Picard (1620 – 1682), conhecido como *luz barométrica*<sup>2</sup>. O interesse de Hauksbee por esse fenômeno acabou levando-o ao estudo da eletricidade (ROLLER; ROLLER, 1953).

Segundo Home (1966), em menos de uma década na Royal Society, Hauksbee tornou-se um experimentador muito ativo e sua longa lista de artigos, que descreve seus experimentos, pode ser encontrada no *Title Philosophical Transactions of the Society* desse período. Foi em 1709 que uniu seus primeiros artigos, revisou ligeiramente e publicou-os, com o título *Physical-Mechanical Experiments on Various Subjects* (ROLLER; ROLLER, 1953).

Além disso, quando Hauksbee começou sua pesquisa sobre eletricidade, a atração era o único fenômeno elétrico conhecido, apesar de já haver vários relatos

<sup>1</sup> Em inglês “Royal Society of London”. Sociedade Real de Londres

<sup>2</sup> Em inglês “barometric light”. No período a relação entre a óptica e a luz não era conhecida e sua natureza era tema de controvérsia. Esse status ainda era mantido durante o início dos estudos de Hauksbee, sendo modificado ao longo do século XVIII. No período que coincide com os trabalhos finais de Hauksbee, a *luz barométrica* já gozava de certo consenso entre os filósofos naturais de que tinha relação com a eletricidade, muito embora não soubesse explicar exatamente como ocorria. Atualmente o fenômeno já é bem conhecido e trata-se da ionização dos gases em tubos, como aqueles presentes nas lâmpadas fluorescentes.

de observações da repulsão elétrica (HOME, 1967). Home (1967) aponta que é a partir dos trabalhos de Hauksbee que a repulsão passa a ser considerada como um fenômeno elétrico. Ele desenvolveu uma série de experimentos para ilustrar o que hoje chamamos de direção do campo elétrico em torno de esferas e cilindros de vidro carregados, o que o levou a outra identificação da força repulsiva. Para eletrizar esses objetos, ele usou uma máquina que havia concebido, com a qual podia girar e eletrizar o vidro muito rapidamente (HOME, 1967).

Os experimentos de Hauksbee foram se tornando cada vez mais inovadores levando-o ao estudo da relação entre o ar e a eletricidade, em especial um fenômeno conhecido na época como luz barométrica para o qual ele irá despender boa parte de seu tempo e interesse. Desse estudo ele percebeu que a luz era gerada era por conta do atrito entre o mercúrio e o tubo do vidro. Para chegar a essa conclusão necessitou construir vários aparatos, entre eles sua máquina eletrostática, em que era possível girar objetos rapidamente e atritá-los com outros materiais. (HOME, 1967).

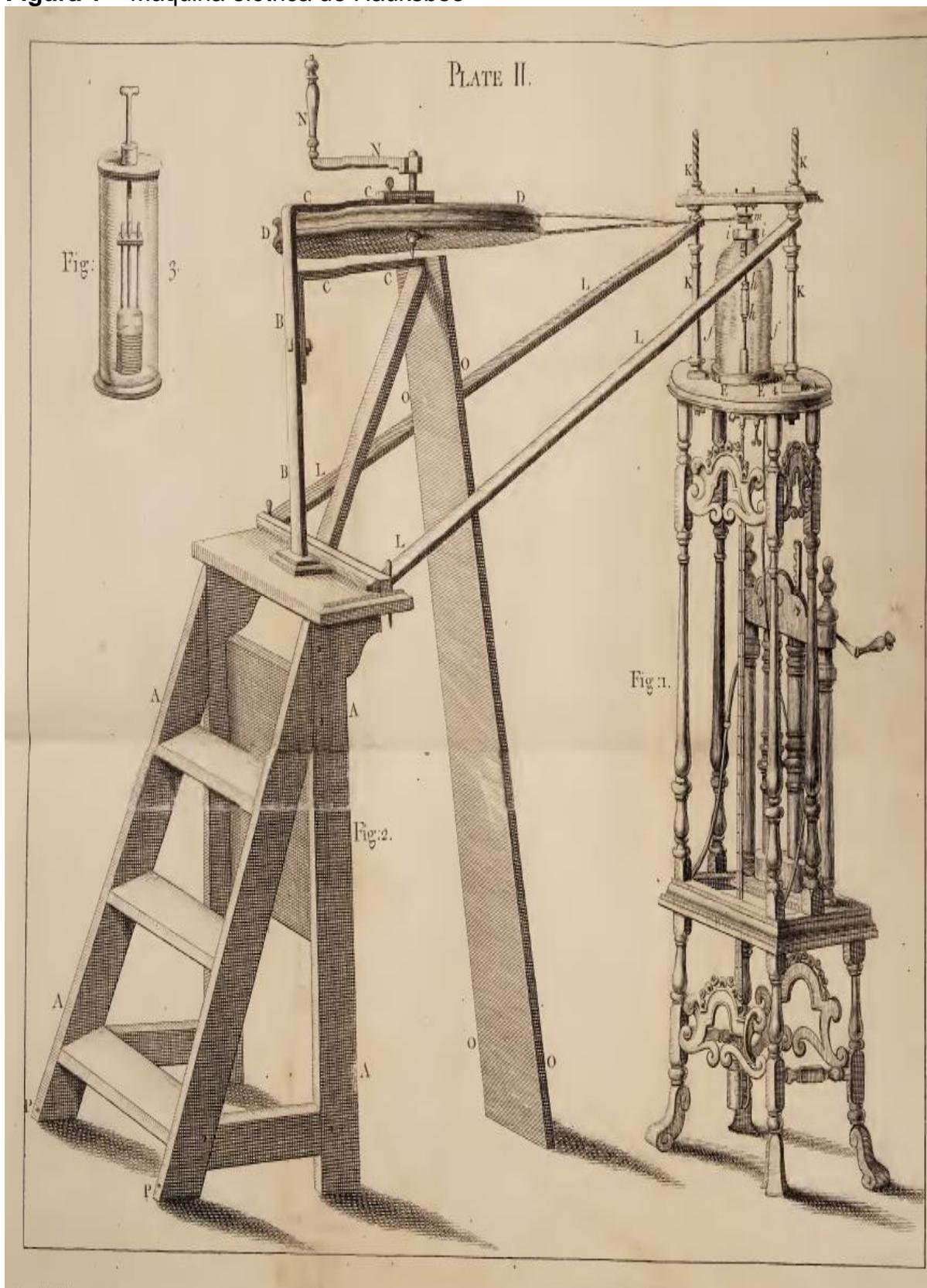
### **3.2 - A MÁQUINA ELÉTRICA DE HAUKSBEE**

Ainda no século XVII foi criado um modo de eletrizar mais vigorosamente os corpos: a máquina eletrostática; baseada em um aparato idealizado originalmente por Otto von Guericke (1602-1686), consistia inicialmente em uma simples bola de enxofre, com um eixo central, montada numa armação de madeira, de modo que podia ser facilmente posta a girar em torno deste eixo. A eletrização era obtida originalmente pelo atrito contínuo das mãos contra a esfera, processo esse que seria, posteriormente, aperfeiçoado com o uso de pedaços de lã. Vale salientar que Guericke não construiu sua máquina para estudar fenômenos elétricos, por isso não é correto chamar seu aparato de máquina elétrica.

A primeira máquina de atrito de Otto von Guericke foi sucessivamente aperfeiçoada por Hauksbee que idealizou um instrumento capaz de eletrizar o vidro por atrito de forma mais simples e rápida. Hauksbee entendia que essa atração ocorria devido ao movimento do vapor natural dos objetos elétricos depois de atritados, ao que ele chamou de *effluvium*, conceito já utilizado por seus antecessores no estudo da eletricidade.

Hauksbee inicia suas pesquisas estudando a luz de Picard (Luz barométrica): trata-se de um fenômeno em que um flash de luz aparecia quando um tubo de vidro contendo mercúrio era movimentado. Em seu livro apresenta uma descrição geral da máquina que ele viria a utilizar para testar suas hipóteses sobre esse fenômeno.

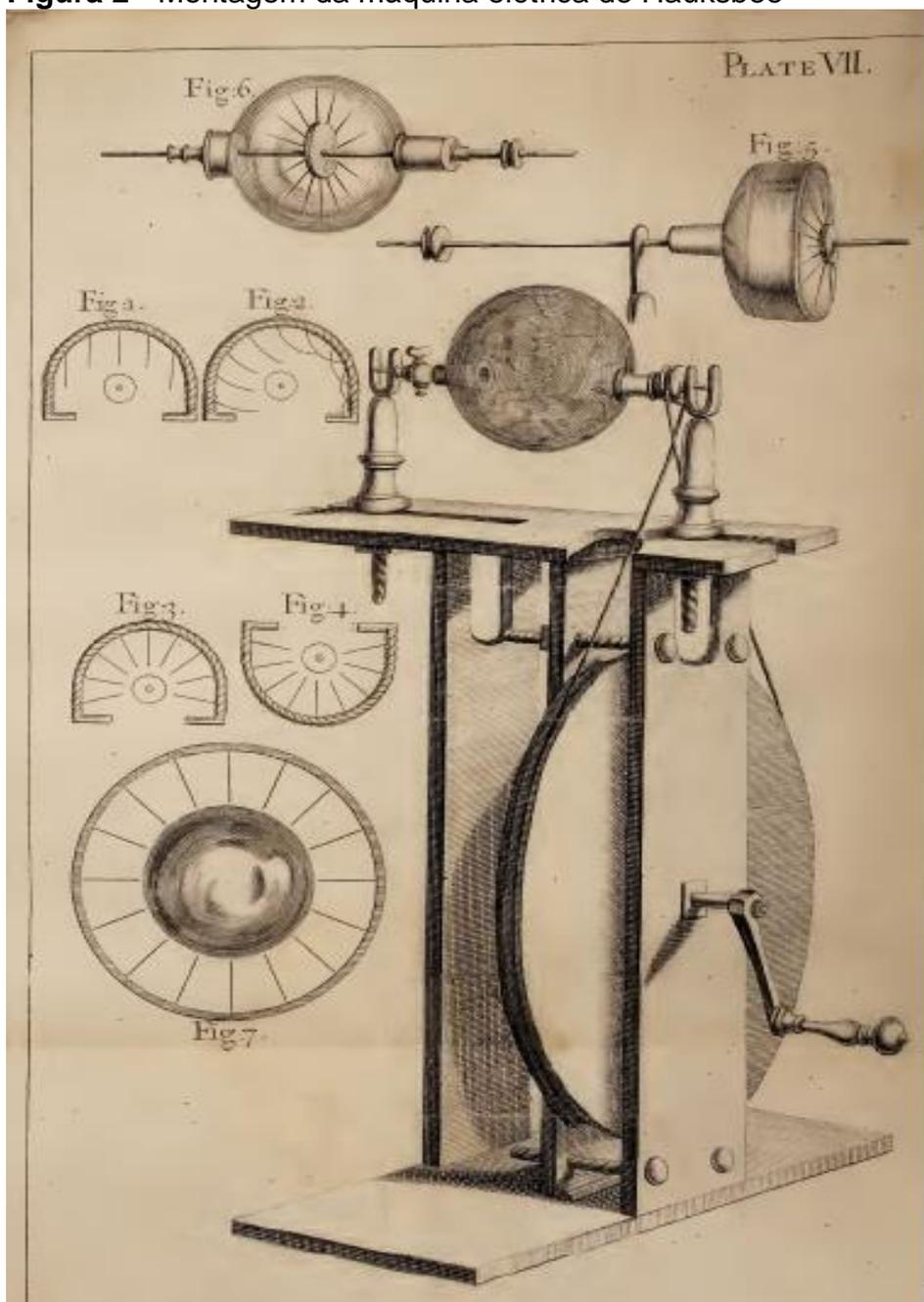
Figura 1 – Máquina elétrica de Hauksbee



Fonte: Hauksbee (1709)

Em nosso estudo, vamos nos concentrar em duas montagens que foram criadas por Hauksbee e serviram para sua análise de dois problemas experimentais diretamente relacionados à eletrização por atrito: o primeiro diz respeito ao comportamento e a interação entre fios de lã, pendurado em um arco de arame, e o vidro da máquina quando colocados próximos; o segundo estava relacionado à importância do ar para o fenômeno e, para isso, Hauksbee utiliza dois cilindros de vidro, variando suas posições e observando o comportamento dos flashes de luz quando um deles estava evacuado e o outro preenchido com ar. A figura abaixo apresenta as modificações no aparato inicial que foram utilizadas por ele nesses experimentos.

**Figura 2** - Montagem da máquina elétrica de Hauksbee



Fonte: Hauksbee (1709)

Dentre as principais modificações, podemos perceber que agora o cilindro de vidro foi colocado na horizontal e a manivela utilizada para gerar o movimento rotatório do vidro está no plano vertical. O cilindro de vidro na figura 2, segundo a descrição de Hauksbee (1709, p. 52), teria cerca de sete polegadas (algo em torno de 17,8 centímetros) de comprimento e de diâmetro. Para o estudo do flash de luz, ele utilizou um globo de vidro, com 9 polegadas, preso à uma estrutura parecida com o de sua máquina, de modo que permitisse que esse globo também girasse em torno do próprio eixo (HAUKSBEE, 1709, p. 62).

### 3.2.1 – Primeiro experimento

Este primeiro experimento corresponde ao *experimento I* que foi relatado no livro de Hauskbee (1709, p. 57 - 59) com o objetivo de observar o que acontece com fios de lã, presos em um semicírculo de arame, nas proximidades do cilindro de vidro atritado.

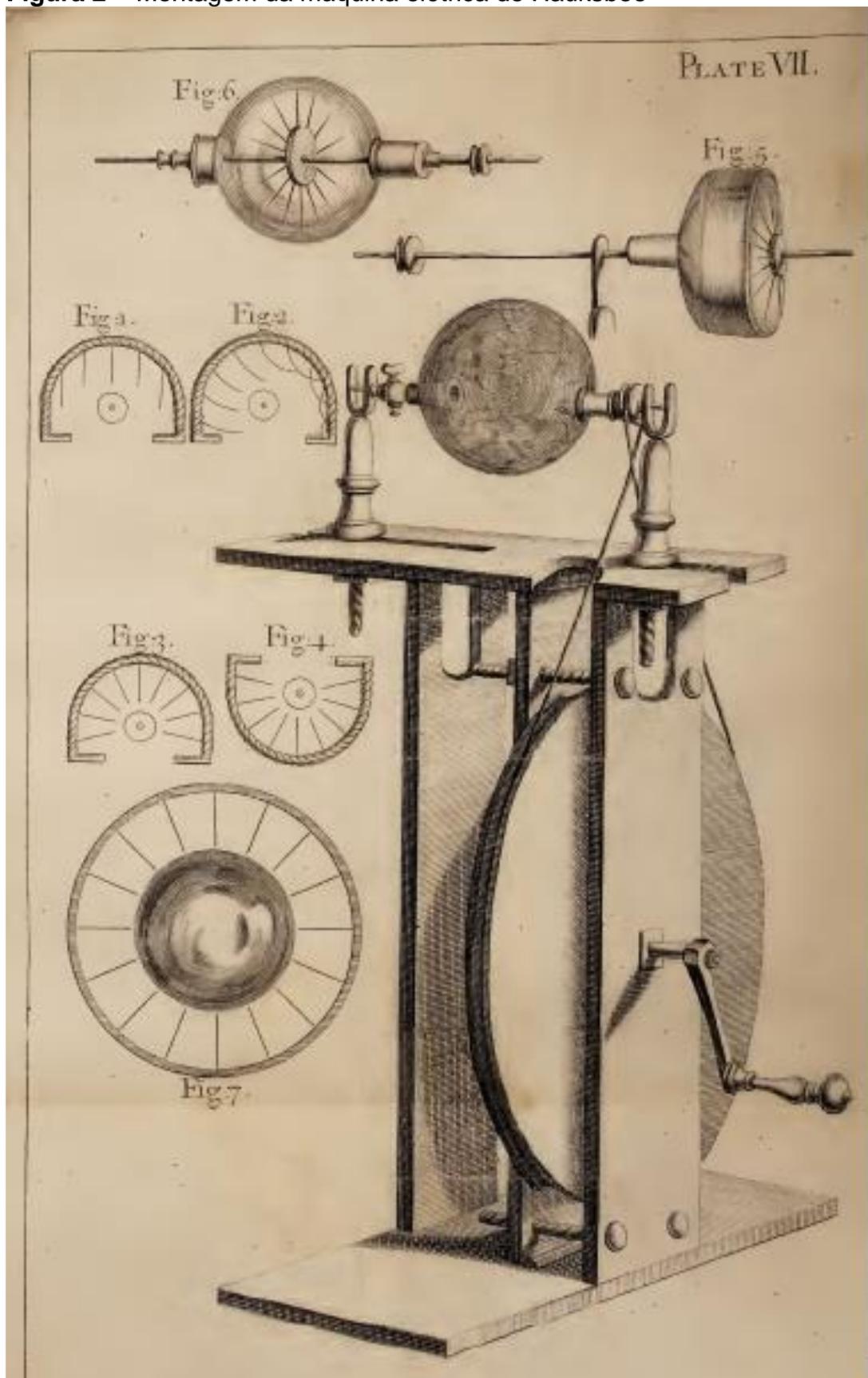
Para tanto, Hauksbee posiciona o arco de arame de forma que fique preso na máquina:

Fiz um semicírculo de arame, que pude prender a uma distância constante, fazendo-o abranger a superfície semicilíndrica superior do vidro, a 4 ou 5 polegadas de distância. Este arco tinha vários pedaços de fio de lã amarrados a ele, para pendurá-lo em distâncias quase iguais. O comprimento deles era grande, estendendo-se em direção ao centro daquele círculo imaginário na superfície do vidro, no plano do qual o fio foi colocado; eles então chegariam a menos de uma polegada da circunferência desse círculo: mas se deixados à sua própria liberdade, eles ficariam pendurados na posição paralela um do outro, que está representada na Fig. I. (HAUKSBEE, 1709, p. 52, *tradução nossa*)

Daí, primeiro ele faz girar o cilindro de vidro sem atritá-lo. Percebe que os fios são movidos na direção do rápido movimento do cilindro em consequência, também, da agitação do ar circundante – representado na imagem como figura 2. Na sequência, ele passou a atritar com as mãos a parte inferior do cilindro e observou que os fios passaram a apontar para o centro do círculo imaginário formado pelo vidro – representado na imagem como figura 2. Com isso, ele sugere que esse posicionamento dos fios se dá por conta, exclusivamente, do atrito, tendo em vista que o movimento inesperado do cilindro, ou o ar se movimentando ao seu redor, que num primeiro momento foram capazes de modificar sua posição, agora não afetavam mais a disposição firme que os fios haviam assumido.

Ainda na mesma configuração acima, ele passa a fazer modificações no local do atrito em direção às extremidades do vidro e observa que os fios seguem o mesmo direcionamento, mas sempre apontando em direção a algum centro do eixo do círculo (HAUKSBEE, 1709).

**Figura 2 - Montagem da máquina elétrica de Hauksbee**



**Fonte:** Hauskbee (1709)

O passo seguinte foi avaliar o poder desse eflúvio em relação a gravidade, colocando o arco na parte inferior do vidro. Nessa posição, sem atritar o vidro, os fios ficavam direcionados horizontalmente para baixo até que, ao colocar o vidro para girar e atritando-o, os fios voltavam-se em direção a ele, apontando novamente para o círculo imaginário formado pelo semicírculo do vidro - representado na imagem como figura 2. Ele refez esses experimentos algumas vezes, posicionando tanto o vidro quanto o arco com os fios de lã em diferentes planos e observou que essa condição sempre se mantinha: ao atritar o vidro, os fios sempre se dirigiam ao centro do círculo imaginário formado pelo semicírculo do vidro.

Em todos os experimentos, o efeito do eflúvio permanecia agindo sobre os fios por cerca de 4 ou 5 minutos, podendo ser até maior esse intervalo de tempo. Além disso, quando se aproxima o dedo, ou outro objeto, da extremidade tensionada do fio ele era repelido pelo dedo, no entanto, quando o dedo era posicionado a cerca de uma polegada do fio ele conseguia atrair o fio.

Por fim, Hauksbee observou que se um objeto fosse interposto entre os fios e o vidro, aqueles voltavam imediatamente para a sua posição natural; e ao ser retirado esse corpo do caminho entre os fios e o vidro atritado, novamente se configurava a forte atração entre eles. Isso ocorria até que a força do eflúvio superasse a ação da gravidade sobre os fios.

Ao fim desse experimento, Hauksbee aponta três conclusões:

1. O efeito do *effluvium* é vigoroso e duradouro, pois se mantém mesmo após ser cessado o movimento e o atrito com o vidro.
2. Havia um tipo de força de atração e repulsão que, da interação entre o dedo e a extremidade do fio, a depender da distância deste em relação ao primeiro, poderia assumir os diferentes fenômenos.
3. Fica demonstrando dependência entre o fenômeno e a “*matéria do eflúvio*” já que a tensão nos fios deixa de existir quando um corpo é colocado entre eles e o vidro atritado.

### 3.2.2 – Segundo experimento

Este experimento trata-se do *experimento III* do livro de Hauksbee, descrito entre as páginas 62 a 64. O autor discute como ocorre a interação entre dois globos de vidro que são colocados próximos um do outro; ambos estão presos à uma estrutura, do mesmo tipo que a da máquina eletrostática descrita na Figura 2, de modo que permitisse que ambos girassem horizontalmente em torno do próprio eixo.

O primeiro teste consistiu em colocar ambos os globos em movimento e apenas um deles foi atritado. O que Hauksbee observou foi que os flashes de luz também apareciam no globo não atritado, na face que estava mais próxima do outro que foi atritado. Isso foi surpreendente, segundo ele. A hipótese que Hauksbee levanta é que, não havendo nenhum corpo nas proximidades que poderia ter atritado o segundo globo, então o eflúvio emanado pelo globo atritado (cheio de ar) foi suficiente para fazer o papel de um “corpo sólido” e criar um atrito suficiente para produzir os flashes de luz.

Outra observação importante é que mesmo após ter cessado o atrito do globo preenchido de ar, o outro evacuado permaneceu emitindo flashes de luz. Inicialmente Hauksbee apontou para a necessidade de que o globo evacuado estivesse em movimento, inclusive afirmou que ocorre “a cessação repentina da Luz,

quando o vidro evacuado está em repouso, embora o vidro cheio (somente no qual o atrito é feito) seja mantido em movimento” (HAUKSBEE, 1709, p. 63, *tradução nossa*).

Entretanto, na sequência ele descreve outro arranjo no qual é posto um recipiente de vidro, que estava evacuado há alguns meses, próximo ao globo de vidro que está acoplado à máquina. Este último é colocado em movimento e, ao atritá-lo com a mão, percebe que “grandes e surpreendentes clarões de luz” são produzidos no vidro evacuado, mesmo este estando em repouso. Portanto, o movimento no corpo evacuado não é determinante para o fenômeno acontecer.

Ao final ele conclui que o eflúvio criado por atrito é um tipo de matéria capaz de interagir com outros corpos, como o caso do globo de vidro evacuado, causando o mesmo efeito de flashes de luz. Esse efeito é de menor intensidade e ele atribui ao fato de que o atrito entre o eflúvio e o objeto é mais fraco que aquele produzido pela própria mão em contato com o globo e vidro.

### **3.3 – Alguns aspectos gerais dos experimentos**

Tanto no primeiro experimento quanto no segundo experimento que descrevemos anteriormente, Hauksbee está associando os fenômenos observados ao atrito entre os corpos materiais. Além disso, atribui ao eflúvio essa característica material associada ao fenômeno, tornando-o não apenas uma emanção do corpo responsável pela eletricidade, mas também capaz de produzir o fenômeno em outros corpos.

Roller e Roller (1953) apontam que, embora os experimentos de Hauksbee tenham dado uma contribuição significativa para os conhecimentos acerca da eletricidade estática, e os aparatos construídos por ele tenham auxiliado desenvolvimentos futuros no estudo da eletricidade, ele perdeu a oportunidade de tornar-se o estudioso responsável pela caracterização da eletrização por indução.

Segundo os autores, seus experimentos descrevem com riqueza de detalhes o que posteriormente vai ser reconhecido como eletrização por influência ou indução eletrostática, mas sua necessidade de adequar suas observações às teorias antigas que ele conhecia o impediram de propor um novo fenômeno (ROLLER; ROLLER, 1953).

No entanto, essa pode ser considerada como mais uma evidência de que a ciência é construída na coletividade e, mesmo que ele não tenha proposto um novo fenômeno, certamente suas contribuições foram importantes para que a ciência da eletricidade chegasse à indução eletrostática e outros fenômenos.

### **3.4 – Proposições para a sala de aula**

As atividades de ensino baseadas na investigação devem começar pela proposição de situações de questionamento que possam interessar aos alunos, incentivando a busca de informações, formulando hipóteses sobre o fenômeno em estudo, testando essas hipóteses, discutindo os resultados e tirando conclusões sobre o problema; assim, é proposto um problema que possa despertar o interesse dos alunos, mas que seja suficiente para tratar o conteúdo que se quer ensinar.

Enquanto futura professora, para pensar numa aula que trata sobre os experimentos de Hauksbee a partir da abordagem histórica e experimental vejo que esse episódio é de grande potencial para sala de aula.

Utilizando os dois experimentos trabalhados nos tópicos anteriores, podemos tentar utilizar efetivamente a história da ciência na turma, contribuindo para a desconstrução da ideia de que a Física é apenas memorização de equações.

O contato com o episódio histórico, em particular o processo de construção de efeitos e fenômenos por meio de diferentes testes e variáveis, conforme o que foi realizado por Hauksbee, pode contribuir para que o alunado perceba algumas características do trabalho científico. Além disso, o trabalho de reprodução desses experimentos pode auxiliar a desenvolver diferentes habilidades nos estudantes.

A exemplo do primeiro experimento, dependendo do nível da turma e da habilidade do professor, é possível traçar um cenário investigativo para explorar explicações acerca da ideia de algum tipo de matéria (no caso o eflúvio) como responsável pelo fenômeno de atração ou repulsão. Além disso, pode-se explorar o papel do atrito e sua importância para a realização do fenômeno. Isso pode ser feito apresentando as conclusões de Hauksbee, ou propondo um problema semelhante àquele que ele estava testando.

Possíveis adaptações para a máquina eletrostática podem ser propostas, ou serem colocadas como desafio aos estudantes sua criação. Materiais como bola de isopor e papel recortado em tiras podem ser bons substitutos para a estrutura da primeira montagem experimental.

Para o segundo experimento, poderia criar um cenário investigativo em que a turma precisaria avaliar uma carta fictícia em que Hauksbee está descrevendo um novo fenômeno, baseado na teoria do eflúvio. Nesse caso, um ou mais grupos iriam testar e buscar evidências a favor da descrição do estudioso, e outro(s) grupo(s) iria(m) ter que propor uma explicação alternativa para o fenômeno.

O intuito seria mostrar que para uma mesma experiência, é possível chegar a conclusões diferentes e que o trabalho do cientista está carregado de pré-conceitos que podem influenciar seus resultados. A ideia é que após os trabalhos práticos, a turma possa apresentar seus relatos e buscar um consenso para a melhor explicação.

Um das questões que podem ser exploradas do ponto de vista da natureza da ciência é que o experimento não é objetivo e, conseqüentemente, verdades universais não surgem como resultado direto da experimentação, ainda que muitas evidências apontem para isso; e que a ciência não trabalha com verdades absolutas, sendo fundamental seu questionamento.

Desse modo esperamos que através dessas possibilidades os alunos desenvolvam habilidades de análise e interpretação, para que, ao estudarem algum episódio histórico exercitem o pensamento crítico, reflitam sobre os conceitos envolvidos no assunto abordado e as questões internas e externas que envolvem o trabalho do cientista.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo conhecer um pouco sobre um episódio histórico que trata da máquina eletrostática de Hauskbee e apontar possibilidades para um(a) professor(a) elaborar uma aula com abordagem histórica e experimental.

A escolha do episódio se deu pela potencialidade de discutir questões relativas à ciência, como o fato de ser construída na coletividade e não pode se restringir apenas a nomes, datas e fatos. Nesse sentido, optamos pela abordagem histórico-investigativa por possibilitar que o alunado interaja de diferentes maneiras com o objeto do conhecimento, proporcionando diversas possibilidades formativas do ponto de vista conceitual e prático.

Durante o processo, o maior desafio se concentrou na tradução do episódio histórico, pois se tratava de uma fonte primária e algumas secundárias, todas em outro idioma; além disso, houve uma certa falta de clareza algumas vezes na descrição da montagem e do material utilizado no experimento e que o simples acesso às fontes, embora importante, não é suficiente para que professores possam utilizar a abordagem histórica em sua sala de aula sem nenhum tipo de formação.

Não obstante, o tratamento do episódio histórico, ainda que teórico, por meio da definição dos problemas e do processo vivenciado pelo estudioso até chegar às suas conclusões, pode auxiliar na compreensão e proposição de cenários didáticos investigativos para o ensino de física.

O trabalho de Hauksbee é uma fonte rica de situações que envolvem teoria e prática, muito embora nesse trabalho tenhamos utilizado apenas uma parte pequena de sua obra. A partir de seu trabalho, também é possível discutir temas mais amplos como as discussões em torno da existência do vácuo, do éter, e como as diferentes visões filosóficas de mundo influenciam a ciência.

Espera-se que o presente trabalho possa servir como ponto de partida para nortear outras pesquisas, com a reprodução dos experimentos e aplicação de sequências de ensino histórico-investigativas na educação básica.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, Renata da Fonseca Moraes; SILVA, Cibelle Celestino. **A abordagem histórico investigativa no ensino de Ciências**. p. 97-110, 2018.

HAUKSBEE, Francis. **Physico-mechanical Experiments on Various Subjects: Containing an Account of Several Surprising Phaenomena Touching Light and Electricity, Producibile on the Attrition of Bodies. With Many Other Remarkable Appearances, Not Before Observ'd. Together with the Explanations of All the Machines,(the Figures of which are Curiously Engrav'd on Copper) and Other Apparatus Us'd in Making the Experiments. To which is Added, a Supplement, Containing Several New Experiments Not in the Former Editions.** J. Senex, 1719.

HOME, Roderick W. **Francis Hauksbee's theory of electricity**. *Archive for history of exact sciences*, v. 4, n. 3, p. 203-217, 1967.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino**, v. 5, n. 2, p. 8, 1998.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Sobre o papel da história da ciência no ensino**. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, n. 9, p. 3-5, 1990. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/ram-42.pdf> Acesso em: 18 jul.2022

MOURA, Breno Arsioli. **A filosofia natural de Benjamin Franklin: traduções de cartas e ensaios sobre a eletricidade e a luz**. São André: Editora UFABC, 2019.

ROLLER, Duane; ROLLER, Duane Henry DuBose Source: **Scientific American, Vol. 189, No. 2 (August 1953)**, pp. 50 - 65. Published by: Scientific American, a division of Nature America, Inc. Stable

VICENTE, Samira Arruda; PINTO, José Antonio Ferreira; SILVA, Ana Paula Bispo. História da Ciência, experimentação e vídeos: introdução ao conteúdo de circuitos elétricos. **Revista Encitec**, v. 10, n. 2, p. 151-165, 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ser meu guia e nunca me abandonar.

A meu orientador; professor Dr. José Antonio Ferreira Pinto que me incentivou pela área e por ser meu suporte para a realização deste trabalho.

A minha mãe Josefa Mamede, ao meu pai João Barbosa, que sempre me apoiaram de maneira incondicional e pela compreensão por minha ausência em alguns momentos em casa durante o curso.

Ao meu amor Thalys Arruda por estar sempre ao meu lado e por compreender minhas ausências, por me apoiar e não deixar desistir.

As minhas amigas Kelly e Thalyla, as minhas irmãs, que sempre estiveram ao meu lado me dando total apoio.

Aos professores que fizeram parte da minha formação acadêmica.

Aos funcionários do CCT, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de curso pelos momentos de amizade e apoio.