

# CURSO DE FÍSICA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

$$\mathbf{F} = \frac{q_1 q_2 \hat{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left( 1 - \frac{v^2}{2c^2} + \frac{r\ddot{r}}{c^2} \right)$$

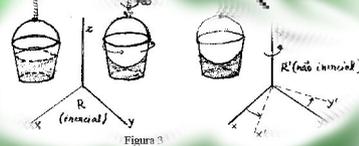
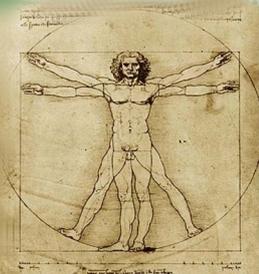
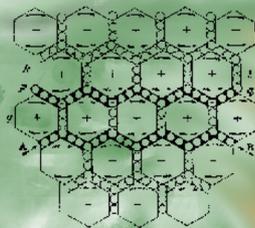
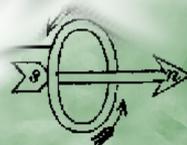
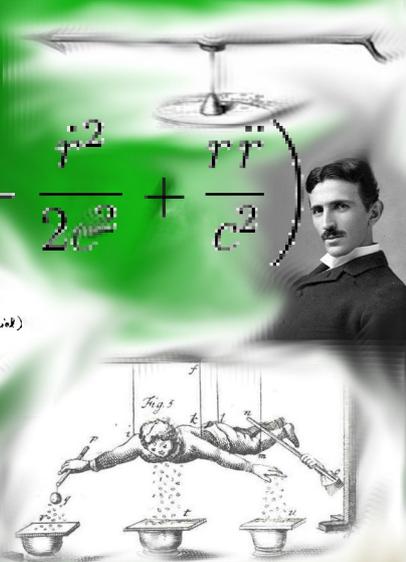


Figura 3



Henrique dos Reis Miguel

**CURSO DE FÍSICA PARA A FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

Copyright (c) 2015 Henrique dos Reis Miguel.

É dada permissão para copiar, distribuir e/ou modificar este documento sob os termos da Licença de Documentação Livre GNU, Versão 1.1 ou qualquer versão posterior publicada pela Free Software Foundation;

Editor:  
Editor-assistente:  
Revisão:  
Diagramação:  
Capa:

Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa

## **APRESENTAÇÃO, ORIENTAÇÕES GERAIS E AGRADECIMENTOS**

Os materiais didáticos para auxiliar o professor, tanto aqueles que o governo indica (livro do professor) quanto aqueles que existem no mercado, fornecem uma estrutura pobre na formação crítica.

São, na maioria das vezes, pautados em metodologias e didáticas que limitam o professor quando se refere a sua própria formação. Pautados em uma educação bancária, estes materiais replicam a lógica da educação do opressor (um reflexo da sociedade) e partem do pressuposto que o professor já está “acabado” (já está formado), uma vez que o pré-requisito para poder prestar o concurso público e ser professor do estado é ter sido diplomado em alguma universidade.

Esse material se propõe a construção de uma formação continuada do professor de física de escola pública, mais especificadamente, o professor de física do ensino médio das escolas públicas.

Se destina àquele professor que já possui uma graduação em física e tem a pretensão de recriar situações da formação inicial do professor (na sua graduação) porém, dando um novo enfoque: enfoque histórico e filosófico da física e da ciência.

A abordagem histórica e filosófica da física, trará elementos que provavelmente, a formação universitária do docente em questão, abordou pouco. E é através desse caminho que tentaremos desconstruí-lo: focando sobre a teoria epistemológica da ciência de Thomas Khun e na própria construção histórica daquilo que chamamos hoje de Ciência ou mesmo de Física.

Também será abordado aqui o aspecto político e social daquilo que chamamos de ciência, que possibilitará o professor leitor deste material, se situar no contexto político e social em que ele e a ciência de hoje estão inseridos. Por isso que é objeto principal desse material, focar nas superações das contradições do professor, para assim poder diminuir a alienação do mesmo neste contexto.

As superações de possíveis contradições, também serão úteis para que o professor reveja seu papel no colégio que atua e na sociedade em que vive. Essa é uma forma de ampliar sua construção crítica e poder repassar esse processo aos seus alunos, situando-os sobre os aspectos políticos e sociais que o nosso país esta passando nesse momento histórico.

O questionamento da ciência como criadora de conhecimento, geradora de tecnologia, empreendedora ou como fenômeno social, também será tratado aqui, mas implicitamente, pois a construção deste material se propõe não somente a contextualização mas também a reformulação das teorias físicas(e as ideologias por detrás destas teorias) para que possa munir o professor para o

seu papel na escola em que atua.

Este material fará uso de duas Ênfases curriculares: Auto-Realização [concepção curricular] e Reconstrução Social [concepção curricular].

A ênfase da Auto-Realização possui um enfoque humanista e se define pelas características: “prover experiências pessoalmente realizadoras ao indivíduo”, “centrada no aluno e orientada para a autonomia e crescimento pessoal”, “educação como processo de liberação e libertação”, “ajudar o indivíduo aprender a aprender” e “o conteúdo científico relevante é aquele que representa uma experiência significativa para o indivíduo”.

Já a ênfase da Reconstrução Social possui o contexto social como principal foco. Duas frases que definem bem, seriam: “As necessidades da sociedade são colocadas acima das individuais;” e “A mudança social e a responsabilidade para com o futuro da sociedade são prioritárias.”. Aqui se pressupõe uma abordagem mais reformista, onde o currículo deve ser flexível e estar sempre em mudança, para acompanhar as mudanças da sociedade, por exemplo: adaptar o currículo às mudanças tecnológicas da sociedade, para adequar melhor o indivíduo nessa sociedade. Ou ainda, adaptar o currículo de acordo com as teorias de desenvolvimento e aprendizagem, de ciência, de conhecimento, de trabalho, entre outros, frente aos avanços e as novas concepções de mundo que a sociedade experimenta na sua evolução.

Essas ênfases, a primeira vista, possuem sentidos diferentes e podemos arriscar a dizer que seriam ênfases opostas. Porém, elas se complementam nesse material. Onde uma caminha para o avanço da experiência individual e verdadeira, aquela que é realizadora no indivíduo e dá sentido pra ele, sobre aquilo que ele aprende, a outra vai em direção de posicioná-lo em uma “totalidade social”, ou seja, localiza-o como indivíduo de uma sociedade e diz pra ele qual o papel de toda aquela experiência e sentido que ele obteve, dentro de um contexto social. Seria como perguntar para esse indivíduo: “como ele pode ser atuante na sociedade e quais os possíveis problemas e possíveis soluções?”, mesmo que não haja uma solução objetiva e racional, e que a única possibilidade seja o convívio com a contradição (como no caso desse projeto editorial que convive com as duas ênfases praticamente opostas).

O conteúdo do material (temas) será toda a Física do Ensino médio, de acordo com a estrutura exigida pelo Currículo do Estado de São Paulo (Ciências da Natureza e Suas Tecnologias). Porém a ordem dos temas não serão exatamente como estão no Currículo do Estado e ainda serão acrescentados apêndices.

O período de aplicação para a formação do professor se baseia na atuação do mesmo professor nas aulas e fora dela.

Considera-se que o professor estude pelo material aqui descrito, pelo menos 20h semanais. As atividades propostas (leitura, pesquisa, criação de aulas, palestras, experiências, construção do discurso para aulas, entre outros) deverão se utilizar de 1h no máximo, pois é o condicionante para que ele encontre sentido nas atividades que realiza, e como o foco é a formação de professor, e a situação do professor de ensino médio não é fácil (economia do tempo), então esse material se presta a ser um facilitador.

O período de aplicação do conteúdo do material para os alunos do colégio é de 3 anos divididos da forma como o professor achar melhor (preferivelmente que ele adéque a sequência à mesma sequência do material sugerido pelo governo)

Muitas das atividades exigirão uma reflexão que ultrapassará esses intervalos de tempo

sugeridos, porém o professor terá a autonomia para concluir no seu tempo próprio e mesmo que ele não consiga ler tudo ou mesmo visitar todo o conteúdo proposto, entendemos que é melhor que fique a cargo do esforço do professor essa tarefa.

Entendemos que essa “liberdade” pode ser um determinante na eficácia do propósito desse material e que pode ser que os objetivos não venham a ser cumpridos, porém essa contradição se faz necessária pois a autonomia é tema central no material e a formação crítica do professor só poderá ser alcançada mediante o cumprimento do esforço dele para com ele mesmo, uma vez que não podemos fiscalizar se o professor está utilizando o material aqui proposto da forma que estamos exigindo. Um outro ponto é que, este material se presta a ajudar o professor e não complicar a vida dele, por isso é que afirmamos aqui que esses intervalos de tempo sugeridos, são meramente pró-forma.

O material foi feito para que o estudante (professor) interaja com o material individualmente, porém sugerimos interações com outros professores em encontros e eventos da cultura educadora e da cultura científica.

Em relação a interação do professor com seus alunos, o material possui diversas propostas para que essa interação se dê de forma mais proveitosa no processo educativo, ficando totalmente a cargo do professor utilizar os conhecimentos do material de forma que bem entender.

O material se utiliza da bagagem conceitual do professor e do conhecimento de outros livros-textos que ele possa vir a usar (seria uma possível resposta para a pergunta: que instrumento mediador usar? e pra qual objetivo?) e possui um discurso com o objetivo de ser coerente com a concepção curricular escolhida, incentivando o professor a utilizar essas concepções em suas aulas.

Parte do material é prescritivo e parte não (fica a cargo do professor construir) e trabalha o discurso do professor como: histórias contadas, analogias didáticas, discurso habilidoso (no sentido de envolver as crenças e gostos dos alunos desse professor), discurso retórico e dialógico (em sua maioria).

O material se apresentará em 2 formatos: o material impresso e o digital. O material digital será disponibilizado através de um conjunto de arquivos digitais armazenados em um pendrive.

O material digital terá palestras prontas com manual de sugestões de apresentação, arquivos de textos científicos com publicações acadêmico-científicas originais (históricos e atuais), arquivos de texto com sugestão de links para outros textos na internet, jogos, sites ou simuladores, todo material impresso em forma de arquivo de texto e vídeos (filmes, documentários, vídeos de experiências, video-aula e vídeos gerais sobre os temas).

Este material fornecerá uma gama de artigos científicos e acadêmicos, bem como links de documentários e video-aulas sobre história e filosofia da ciência e da física. Também indicará textos e hipertextos para que o professor possa tentar responder questões como:

- O que ler, como ler? O que passar e como passar?
- Em um mundo com muita informação e muita literatura didática, como filtrar?
- Como criar o hábito e o costume para ser crítico sobre as informações que a sociedade disponibiliza e que seus alunos trarão para dentro da sala de aula?

O sucesso do aprendizado aqui é tido como o sucesso atingido pelo professor ao encontrar um estado de satisfação por encontrar a contradição e se desconstruir, admitindo a possibilidade de conviver com ideias opostas ou diferentes das ideias que ele possuía, ou do que ele contraiu ao longo da sua história. E isso pode ajudá-lo a construir aulas mais apropriadas aos currículos que este

material se baseia.

Nesse contexto, o tema da avaliação é um tema bem polêmico por conta de várias características descritas no próximo subtema e por conta de tudo o que já foi dito sobre esse material e sua relação com o aluno (professor).

Optamos por uma vasta quantidade de formas de avaliação que vai desde testes de múltipla escolha, até questões dissertativas, autoavaliações e propostas de outras avaliações pelo próprio professor, caso ele tenha alguma forma de avaliação que ele julgue necessário.

A rede de avaliação vai desde testes ao longo dos capítulos como ao final deles. Desde exercícios para casa até exercícios para fazer por tempo indeterminado. Também, como teste, terá propostas de experimentos, leituras e comparações entre textos, criação de escalas para avaliação e sugestão de trabalhos e provas, bem como sugestões de aulas e até a sugestão de apresentações como forma de avaliação.

Apesar de o material ser um curso de formação de professor, e apesar de incentivar as relações sociais, ele se apresenta contraditório quando deixa explícito o caráter individualista da sua metodologia: é basicamente um curso individualista (sem a presença de outra pessoa no processo de ensino e aprendizagem do professor).

E apesar de ser pautado em ideais de uma educação libertária, possui alguns poucos indícios de manual de comportamento e mesmo de material doutrinário, prescritivo e ensino bancário. Porém essa contradição é consumida pelo ímpeto de inovação e desconstrução que o aluno (professor) pode vir a apresentar no cumprimento das tarefas e no desempenho nas avaliações propostas.

O suporte do material só vai até onde o próprio usuário permite. Nesse sentido, o material, adquire uma forma dinâmica, podendo se resignificar na perspectiva do usuário, no contexto do usuário, e com isso as oportunidades de diferentes usos o diferencia dos outros materiais impressos.

A própria problemática da relação entre a alfabetização científica e o uso da história e filosofia da ciência no ensino de física/ciência, é um problema por não estar consolidada como metodologia para o ensino, mesmo com alguns trabalhos indicados.

Algumas questões que ainda permanecem em aberto e levam a discussões mais profundas sobre objetivo e a eficácia desse material didático, e que ajudaram a construir esse material:

- Porque se utilizar da história da ciência e filosofia da ciência?
- Por que para professor? E do ensino médio?
- O que eu quero que o público alvo experimente?
- Que construção de vida quero que o público tenha?
- Quero integrar os problemas da vida do usuário do material?
- Porque é interessante e vantajoso?

Espero que esse material possa ajudar a todos os colegas professores, e gostaria de agradecer a todos os professores por existirem e persistirem na luta por uma educação pública de qualidade, pois sei que o nosso país passa por mudanças e, nesse processo, a classe trabalhadora docente sofre muito. Desde a desvalorização da remuneração até a desvalorização moral por parte de políticos, do sistema público e as vezes até por parte da própria sociedade. Mais uma vez, agradeço a existência de todos vocês professores, que carregam a nação nas costas e que merecem muito mais pois o vosso ofício é a construção da educação do país, o nosso país.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO, ORIENTAÇÕES GERAIS E AGRADECIMENTOS. ....</b>	<b>ii</b>
<b>1 – Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>2 - Movimentos – Grandezas, variações e conservações .....</b>	<b>5</b>
2.1 - Identificação, Caracterização e Estimativa de Grandezas do Movimento .....	5
2.2 - Quantidade de Movimento linear, Variação e Conservação .....	10
2.3 - Trabalho e Energia Mecânica .....	
2.4 - Equilíbrio Estático e Dinâmico .....	
<b>3 - Universo, Terra e Vida .....</b>	
3.1 - Constituintes do Universo .....	
3.2 - Interação Gravitacional .....	
3.3 - Sistema Solar .....	
3.4 - Universo, Evolução, Hipóteses e Modelos .....	
<b>4 - Calor, ambiente e usos de energia .....</b>	
4.1 - Calor, temperatura e fontes .....	
4.2 - Propriedades térmicas .....	
4.3 - Calor como energia .....	
4.4 - Propriedades térmicas .....	
4.5 -Entropia e Degradação da Energia .....	
<b>5 - Som, imagem e comunicação .....</b>	
5.1 - Som – Características Físicas e Fontes .....	
5.2 - Luz – Características Físicas e Fontes .....	
5.3 - Luz e Cor .....	
5.4 - Ondas Eletromagnéticas .....	
5.5 - Transmissões Eletromagnéticas .....	
<b>6 – Equipamentos Elétricos .....</b>	
6.1 - Circuitos Elétricos .....	
<b>6.2 - Campos e Forças Eletromagnéticas Parte 1 .....</b>	
6.3 - Campos e Forças Eletromagnéticas Parte 2 .....	

6.4 - Produção e Consumo Elétrico .....

**7 - Matéria e Radiação .....**

7.1 - Matéria, Propriedades e Constituição .....

7.2 - Átomos e Radiações .....

7.3 - Núcleo Atômico e Radiatividade .....

7.4 - Partículas Elementares .....

7.8 - Eletrônica e Informática .....

**Apêndice .....**

A - Método Científico .....

B - Lógica Científica .....

C - Linguagem Científica/Física .....

D - Tópicos da História da Ciência/Física .....

E - Tópicos da Filosofia da Ciência .....

**Referências Bibliográficas .....**

**Lista de Figuras .....**

# **CAPÍTULO 6 - Equipamentos Eléctricos**

## **6.1 – Circuitos Eléctricos**

## 6.2 – Campos e Forças Eletromagnéticas Parte 1

Antes de Entrarmos a fundo sobre o conceito de carga elétrica, campo elétrico, força elétrica e potencial elétrico, faz se necessário uma introdução histórica sobre as origens das teorias de eletricidade e magnetismo, bem como dos personagens fundamentais para a construção da teoria do eletromagnetismo que ensinamos hoje nas escolas, e que aprendemos na universidade.

A teoria muito bem fundamentada de Maxwell, que descreve os fenômenos físicos relativos à natureza eletromagnética da matéria, possui muitas formas de introdução no ensino de ciências, ou ainda, no ensino de física. A mais comum é começar separando o eletromagnetismo em dois temas: a eletrostática e a magnetostática.

A maioria dos livros didáticos dão preferência para iniciar com a eletrostática e depois passar para a magnetostática. Em seguida o tópico que raramente ultrapassa 2 páginas e que esta contido no tema da eletrostática é o sub tema: Eletrizacao e seus processos. Mas pouco se aprofunda na construção histórica que culminou na construção da teoria de maxwell.

Qual a situação histórica anterior à Maxwell? Como os pensadores e cientistas interpretavam os fenômenos físicos relativos à propriedade elétrica e magnética da matéria anterior à Maxwell?

A percepção dos fenômenos de atração (e/ou repulsão) de corpos leves já era documentada desde a época de Platão (428 - 348 a.C.) no ocidente.[1]

Você sabia que antes da teoria eletromagnética de maxwell, que é usada e aceita hoje em dia pela ciência e é descrita nos livros didáticos de ensino médio, técnico e universitário, haviam outras teorias??

E você saberia dizer quais são elas e quem foram os seus idealizadores??

Havia basicamente dois fenômenos: “efeito âmbar” e “efeito da magnetita” (ou efeito magnético).

Há vários tipos de experimentos para demonstrar o efeito âmbar, o mais comum é aquele em que você coloca um canudo de plástico atritado próximo a pedaços de materiais leves e observa o movimento desses materiais leves em direção ao canudo, enquanto isso você pega outro canudo não atritado e leva ele próximo a pedaços de materiais leves semelhantes aos primeiros, e então se observa que não há o mesmo movimento.

O efeito da magnetita (ou efeito magnético) é aquele que se observa quando você aproxima um ímã (magnetita ou qualquer outro corpo imantado) próximo a pedaços de metais que possuem compostos de ferro em sua constituição e verifica-se o movimento desses corpos de metais em direção ao ímã.

Antigamente não se tinha canudo de plástico e nem ímãs feitos nas indústrias. Eles usam a âmbar, a magnetita e os materiais que se tinha a disposição.

Ambos os fenômenos eram visualmente percebíveis e muitas vezes ao longo da história foram tratados de forma separadas e como sendo aspectos diferentes do mesmo fenômeno físico.

Ao longo da história da humanidade existiram muitos cientistas e não-cientistas que tentaram explicar esses fenômenos por diversos meios, com diversas linguagens diferentes, desde a utilização de mitologia e religião (com suas histórias fantásticas) até as histórias mais céticas e científicas (modelos e teorias).

Mas o que é âmbar e magnetita (ou magnetita)?  
(veja abaixo as fotos desses objetos)



**Fig 6.1** – à direita pedaços de rocha de magnetita e esquerda um pedaço de âmbar

O âmbar é uma resina fóssil. Ela é formada a partir de um tipo de fossilização de uma substância encontrada em certos tipos de pinheiros no período geológico que chamamos de terciário. Só existe em alguns lugares do globo terrestre. Desde Aristóteles, Tales de Mileto e Platão essa rocha e seus efeitos já eram conhecidos.

A Magnetita é um mineral magnético formado pelos óxidos de ferro II e III, encontrado em diversos lugares e seus efeitos de atração e/ou repulsão também já eram bem conhecidas muito antes das teorias de magnetismo ou eletromagnetismo na física.

Um vídeo interessante sobre essa rocha é o vídeo "EL AMBAR: RESINA FÓSIL DE GRAN INTERÉS CIENTÍFICO", publicado no site youtube na internet e que você poderá conferir através do link:

<https://www.youtube.com/watch?v=Kk84kDE9Npg>

Muitos mitos e verdades sobre essa substância podem ser encontrados na internet e nas bibliotecas. Seria interessante uma reflexão sobre algumas dessas fontes de informação.

Por exemplo, reflita sobre o caráter científico deste artigo:

<http://revistacrescer.globo.com/Bebes/Saude/noticia/2014/09/o-que-e-esse-tal-colar-de-ambar.html>

Tente responder as perguntas:

É um artigo confiável?

É um artigo científico?

E como você, professor, poderia confirmar essas questões?

Faça uma pesquisa com universitários e professores universitários sobre essa problematização!

Artigo sugerido para leitura e motivação para confronto de ideias:

[http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S0101-97592007000100059&script=sci\\_arttext](http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S0101-97592007000100059&script=sci_arttext)

Acesse o arquivo: “sobre rochas e magnetitas” nos arquivos digitais, referentes a este capítulo e realize as pesquisas, propostas de aula e reflexões.

Temos aqui que tomar o cuidado com a linguagem e os conceitos. Não podemos cometer anacronismo e nem provincianismos quando falamos do “efeito âmbar” ou de qualquer conceito expresso nas teorias científicas sobre esse fenômeno, que hoje chamamos de eletrização.

Este capítulo será focado no efeito âmbar por fazer parte do tema do material do Estado, mas será feita menção ao efeito magnético pois a construção histórica se deu ao mesmo tempo. Também será colocado aqui questões que serão revisitadas no próximo capítulo.

O efeito âmbar, já foi interpretado somente como atração sem qualquer ligação com o fenômeno de repulsão. Também já foi tratado como um fenômeno a distancia ou que se utilizaria fluidos místicos para o transporte de algum agente ou entidade que empurraria ou puxaria os materiais leves em direção aos materiais eletrizados.

Como sugestão de leitura:

Artigo: concepção realista e instrumentalista de força (Professor Oswaldo Pessoa)  
(Disponível nos arquivos digitais)

Em boa parte da história, muitos cientistas tentaram atritar muitos corpos de diversas substâncias para obter informações mais precisas sobre esse efeito. E no meio científico, isso acabou por gerar muitas teorias científicas.

Porém temos a impressão de que somente a teoria de Maxwell é a explicadora, pois geralmente é a mais aceita e comentada. De fato é uma teoria muito complexa e completa e é a aceita atualmente em diversas áreas no meio acadêmico (mesmo hoje em dia não é a única aceita).

A partir de 1870, a base para a educação científica sobre os fenômenos elétricos e magnéticos descritos pela física, ainda é a teoria de Maxwell, publicada no famoso livro "A Treatise On Electricity And Magnetism" (consta uma versão original na íntegra e traduzida nos arquivos digitais) que possui aspectos incorporados de muitas outras teorias anteriores à dele.

Houve muitas mudanças e muitas teorias sobre eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo entre o período de 1600 e 1870.

Muitas competiram entre si por tentar responder as questões fundamentais sobre os fenômenos de atração e/ou repulsão a distância, ou mesmo para simplesmente descrever esses fenômenos com uma linguagem mais coerente.

Por exemplo, temos as teorias (que surgiram neste período): a teoria de William Gilbert (1544 - 1603), a teoria de Charles Du Fay (1689-1739), a teoria de Stephen Gray (1666 – 1736), a teoria de Faraday (1791 - 1867), a teoria de Oersted (1777 - 1851), a teoria de Coulomb (1736 - 1806), a teoria de Ampere (1775 - 1836), a teoria de Weber (1804 - 1891), entre muitos outros...

De acordo com o filósofo da ciência Thomas S. Kuhn, em seu famoso livro "A Estrutura das Revoluções Científicas" (pg. 33):

"A história da pesquisa elétrica na primeira metade do século XVIII proporciona um exemplo mais concreto e melhor conhecido da maneira como uma ciência se desenvolve antes de adquirir seu primeiro paradigma universalmente aceito. Durante aquele período houve quase tantas concepções sobre a natureza da eletricidade como experimentadores importantes nesse campo, homens como Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollet, Watson, Franklin e outros. Todos seus numerosos conceitos de eletricidade tinham algo em comum - eram parcialmente derivados de uma ou outra versão da filosofia mecânico-corpuscular que orientava a pesquisa científica da época. Além disso, eram todos componentes de teorias científicas reais, teorias que tinham sido

parcialmente extraídas de experiências e observações e que determinaram em parte a escolha e a interpretação de problemas adicionais enfrentados pela pesquisa.

Um primeiro grupo de teorias, seguindo a prática do séc. XVII, considerava a atração e a geração por fricção como os fenômenos elétricos fundamentais. Esse grupo tendia a tratar a repulsão como um efeito secundário devido a alguma espécie de rebote mecânico. Tendia igualmente a postergar por tanto tempo quanto fosse possível tanto a discussão como a pesquisa sistemática sobre o efeito descoberto por Gray – a condução elétrica. Outros “eletricistas” (o termo é deles mesmo) consideravam a atração e repulsão como manifestações igualmente elementares da eletrecidade e modificaram suas teorias e pesquisas de acordo com tal concepção. (Na realidade este grupo é extremamente pequeno – mesmo a teoria de Franklin nunca explicou completamente a repulsão mútua de dois corpos carregados negativamente.) Mas estes tiveram tanta dificuldade como o primeiro grupo para explicar simultaneamente qualquer coisa que não fosse os efeitos mais simples da condução.”

Proposta da experiência de Jean Théophile Desaguliers (1683-1744) em 1741:  
Experiência com “fio de água” sendo atraído por uma canudo de plástico atritado  
(Uma versão completa da proposta se encontra nos arquivos digitais referentes à esse capítulo)

Questão: A atração que um ímã exerce sobre um pedaço de metal é a mesma atração que um corpo atritado exerce sobre outro material??  
Questão: Um corpo atritado atrai um corpo imantado??  
Questão: Existe ação e reação na eletrostática??



Fig. 6.2 - Willian Gilbert (1544 - 1603)

A teoria de Willian Gilbert (1544 - 1603), no seu famoso livro publicado em 1600: “Sobre os Ímãs e os Corpos Magnéticos, e Sobre o Grande Ímã, a Terra”: possuía as seguintes características:

- Diferencia a atração magnética do efeito âmbar;
- Denomina de "elétrico" os corpos que compartilham do efeito âmbar;
- Denomina corpos "magnéticos" aqueles que são atraídos por ímãs (por corpo magnético, ele chama o ferro e compostos de ferro);
- Todos os corpos são (com exceção da chama e do ar) afetados pelo efeito âmbar, e somente os corpos magnéticos são afetados pelos ímãs.
- Introduz a noção de "corpos elétricos" e "corpos não-elétricos" (dentro do que ele chama de "elétrico" – corresponde positivamente ao efeito âmbar)

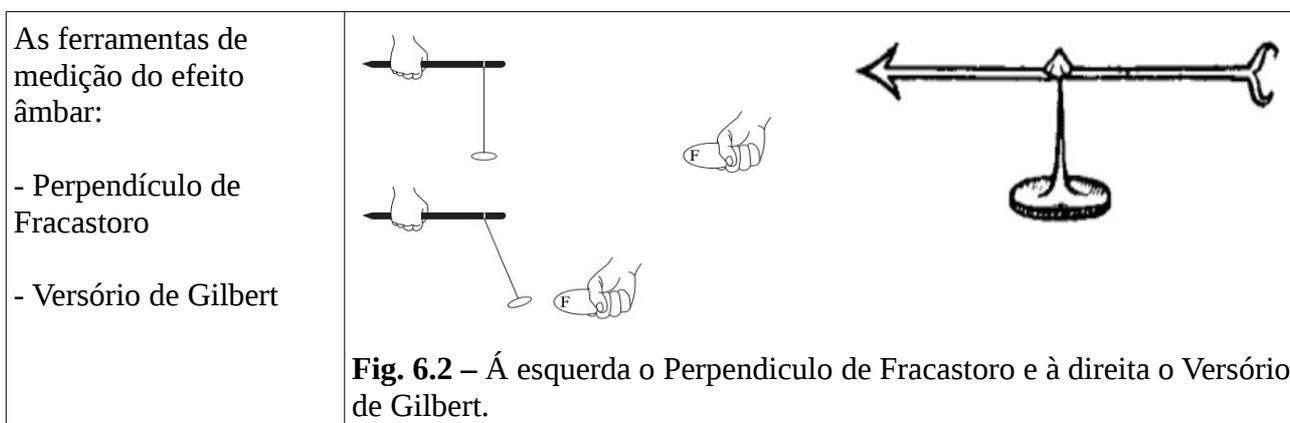
Mesmo o ímã, ao ser atritado não atraía outros corpos leves (plumas, fios de cabelo, palhas, linhas de tecido), como o azevitche (tipo de carvão) ou o diamante.

O mapeamento de uma possível “força” magnética era feito pelo Gilbert através de agulhas imantadas próximas ao objeto que possui a propriedade que permite o efeito magnético.

Fabri e Boyle em meados de 1660 demonstram experimentalmente que existe essa diferença (usando os Perpendículo de Fracastoro de Gilbert), não apenas o âmbar atritado atraía corpos leves para si, mas que também o âmbar atritado podia ser atraído por outros corpos. (ver Andre Assis, pg. 46)

O que Sir. Isaac Newton diria sobre isso?

Isaac Newton (1642-1727), influenciado por essas observações de Boyle e Fabri, bem como influenciado por outras observações onde o par “ação e reação” se fazia presente (nas interações gravitacionais, elétricas, magnéticas, elásticas, etc...), acabou por incluir o conceito de “ação e reação” como um dos fundamentos de toda a física, no seu tratado mais famoso: "Principia".



Ao longo da história, a teoria de Gilbert foi substituída e alguns aspectos foram incorporados e outros foram retirados, de forma que as questões fundamentais propostas até aquela época puderam ser mais desenvolvidas e finalmente culminaram nas idéias de Stephen Gray.

#### QUESTÕES ATÉ A TEORIA DE GILBERT:

Existe diferença entre repulsão e atração elétrica? (até Gilbert não existia, e isso mudou com a experiência da penugem flutuante de Guericke)

Tem como mapear, no espaço, algum tipo de força elétrica (no sentido de força newtoniana) devido a ação da interação elétrica? (o pêndulo elétrico de Du Fay e a máquina elétrica de Hauksbee)

A repulsão elétrica é um fenômeno real? E é diferente da atração elétrica?

Existe um único tipo de "carga" que promove esses fenômenos de atração e repulsão? (Até então o conceito de carga elétrica era uma idéia bem diferente do que Coulomb propôs posteriormente, no sentido de propriedade da matéria, como a "massa" dos corpos. Estava mais relacionada à propriedade de um “fluido elétrico” que permeava os corpos)

Que tipo de carga adquire um corpo atritado?  
Existe somente um único tipo de eletricidade?

Refleta sobre essas questões! Elabore questões sobre essa problemática para seus alunos!

Faça uma leitura dos artigos acadêmicos indicados nos arquivos digitais dessa parte.

Peça para os alunos uma proposta de explicação das experiências sugeridas nas situações de aprendizagens prevista pelo material do aluno, mas levando em conta as experiências e visão de mundo deles.

Incentive nas problematizações propostas pelo material do aluno e do professor, a familiarização da formulação de modelos, teorias e hipóteses como uma ferramenta de incentivo à cristalização da cultura da metodologia científica.

Histórico de Termologia:

De acordo com o livro “os fundamentos experimentais e históricos da eletrecidade” do professor André K. T. Assis da UNICAMP:

“Várias palavras utilizadas atualmente têm suas origens relacionadas com a palavra âmbar (ou elektron em grego): elétrico, eletricidade, elétron, eletreto, eletrônico, eletricista, eletroímã, eletrodo, eletrodoméstico, etc. Originalmente a palavra eletricidade significava a propriedade ou o poder de atrair corpos leves, assim como faz o âmbar ao ser atritado(37).

Esta palavra surgiu pela primeira vez em 1646 em um trabalho impresso de Thomas Browne (1605-1682). Em 1820 Ørsted introduziu os termos eletromagnetismo e eletromagnético, enquanto que Ampère introduziu em 1822 os termos eletrostático e eletrodinâmico (38). Hoje em dia não se usa mais a denominação dada por Gilbert de chamar de elétricos às substâncias que atraem como o âmbar ao serem atritadas. Os motivos para isto serão dados nos Capítulos 6 e 8, assim como no Apêndice B. Mas para facilitar o entendimento do leitor de várias citações históricas apresentadas ao longo deste livro, mencionamos que atualmente os materiais são classificados como condutores e isolantes. Os isolantes também são chamados de materiais não-condutores de eletricidade ou de dielétricos. As substâncias que Gilbert classificava como elétricas são chamadas hoje em dia de isolantes. Já as substâncias classificadas antigamente como não-elétricas são chamadas atualmente de condutoras de eletricidade ou, simplesmente, de condutoras.”

A teoria de Stephen Gray (1666 – 1736) está contida em um conjunto de obras famosas publicadas em seu tempo como:

"An account some new electrical experiments" – 1720-1;

"Several experiments concerning electricity" – 1731-2;

"Electricity of Water" – 1731-2;

"An account of some electrical experiments intended to be communicated to the Royal society by mr. stephen gray, F.R.S. taken from his mouth by cromwell mortimer, M.D.R.S. om Feb. 14, 1735-6 Being the day before he died." - 1735-6;

Apartir daqui a teoria de Gray, possui um papel importante no desenvolvimento histórico da ciência da eletrecidade. Algumas características fundamentais da teoria de Gray e alguns de seus feitos como projetor de invenções auxiliaram no desenvolvimento da construção dos estudos mais profundos da eletrecidade. São elas:

- O seu artigo principal, pela descoberta dos "condutores e isolantes" ("Several Experiments Concerning Electricity" - 1731-2) é base para o conceito de condutores e isolantes que temos até hoje

e que nos permite usar a famosa "série triboelétrica".

- Gray é responsável pela construção do primeiro Pêndulo Elétrico e do primeiro Gerador Elétrico de que se tem notícia.
- É o responsável por ser o primeiro a demonstrar que metais podem ser eletrizados e acumular carga ao ponto de atrair corpos leves.

Outros elementos da sua teoria:

- Proposta da conservação de cargas (demonstrado experimentalmente)
- Eletrização por comunicação (defesa da existência da polarização elétrica - proposta inicialmente por Aepinus - culminando na definição do que chamamos hoje de: Eletrização por Indução)
- Definição de condutor e isolante.
- A "experiência do garoto suspenso" como demonstração para o efeito da transmissão da eletrização.
- Descoberta e incorporação na sua teoria de que: as cargas livres se distribuem apenas sobre a superfície dos condutores.
- Descoberta e incorporação na sua teoria do: o efeito de pontas.

É provável que a expressão "isolante" não tenha sido de sua autoria mas sim de C. Du Fay. (condutores que não deixavam a eletricidade escapar por eles estarem apoiados)

Este "simples tintureiro aposentado", nos seus 63 anos de idade fez, sem dúvida nenhuma, as maiores descobertas da história da eletricidade, mesmo sem ter formação universitária ou mesmo algum tipo de formação técnica. Ele influenciou boa parte dos Físicos e Cientistas que vieram posteriormente a se debruçar sobre o fenômeno da eletricidade.

Um elemento fundamental que você como professor poderá se utilizar aqui é pesquisar sobre os livros didáticos sobre esse assunto (eletrização e eletricidade) e verificar a profundidade que eles entram sobre a construção histórica desse e de outros cientistas que contribuíram para a teoria do eletromagnetismo de Maxwell, que usamos e ensinamos hoje em dia.

Antes do fechamento desse subcapítulo, e antes de passarmos para as referências complementares das próximas situações de aprendizagens, há de se fazer aqui uma menção sobre a teoria de Coulomb, que será tratada futuramente.

Coulomb foi muito influenciado por Gray e Aepinus (com seu coletor de cargas) e essas influências foram fundamentais para a construção de sua metodologia e pesquisa nas:

- Variação da força elétrica com a distância
- Variação da força elétrica com a quantidade de carga coletada (que possibilitou a formulação do famoso modelo de coulomb – força coulombiana)

Como sugestão de leitura:

Artigo: A Ontologia do Eletromagnetismo (Professor Oswaldo Pessoa)

Artigo: Contexto da Descoberta do Eletromagnetismo (Professor Oswaldo Pessoa)

Artigo: Argumentos a Favor e Contra a Ação a Distância (A. K. T. Assis)

(Disponível nos arquivos digitais)

QUESTÃO: A partir de que momento e em qual teoria, a mecânica foi imprescindível para a axiomatização do eletromagnetismo?

Faça uma problematização sobre o que já foi aprendido sobre os pressupostos da Mecânica e Termodinâmica que estão no limiar da teoria da eletricidade, e como os alunos podem pensar nas fronteiras de cada assunto, e em uma possível unificação.

PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO : A TEORIA ATUALMENTE ACEITA!!

- 1) Eletrização por Atrito
- 2) Eletrização por contato
- 3) Eletrização por indução
- 4) Série Triboelétrica
- 5) Conservação de carga

VIDEOS, LEITURA E PROPOSTAS PARA PESQUISA E REFLEXÃO:

Assista os video aula do professor Walter Lewin – MIT opencourse no link:

<https://www.youtube.com/watch?v=Lx64cq0HeXY>

e procure fazer um resumo critico sobre o conteúdo da aula identificando o posicionamento filosofico e o tipo de pedagogia utilizada, mas somente até onde o video fala sobre eletrização, ou seja, até entrar em força coulombiana.

Como leitura complementar:

[http://www.anpocs.org.br/portal/publicacoes/rbcs\\_00\\_08/rbcs08\\_05.htm](http://www.anpocs.org.br/portal/publicacoes/rbcs_00_08/rbcs08_05.htm)

O link acima se refere ao artigo:

ELETRICIDADE NO DISCURSO DO ÍNDIO: OBSERVAÇÕES DE UMA ASSEMBLEIA DO CONSELHO INDÍGENA DE RORAIMA (artigo da UFPE - Antonio Wéliton Simão de Melo)

Faça uma reflexão sobre a condição dos povos indigenas e a produção ou experimentação da eletricidade. Utilize as perguntas norteadoras:

Eles vivem sem esse conhecimento?

Como projetar um experimento adequado para alguém da comunidade indigena?

Como tratar o fenômeno descrito pelos experimentos históricos apresentados, com um indio?

Qual a relação desse tratamento com um aluno?

Elabore um plano de aula que envolva eletricidade (já vista nas outras situações de aprendizagem) e politica brasileira. Use o tema da problemática indigena.

Elaborar uma busca por artigos academicos sobre a eletrecidade no cotidiano dos indios sulamericanos e/ou de civilizacoes antigas ou mesmo na asia antes da invacao ocidental no oriente. Utilize para essa ultima o link:

<http://www.electricityforum.com/a-timeline-of-history-of-electricity.html>

(Cronologia histórica do eletromagnetismo – começa na Grécia e em 600 AC e não cita nada sobre Ásia. Será que não teve NADA sobre percepção dos fenômenos elétricos entre 600AC e 1600 na Ásia?

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO  
SERIE DE EXERCICIOS (VESTIBULAR E OUTROS)  
INDICACOES DE PARQUES CIENTIFICOS DO BRASIL PARA VIAGENS E EXCURSÃO  
PROPOSTA DE AUTO-AVALIAÇÃO  
PROPOSTA PARA TRABALHO

## 6.3 – Campos e Forças Eletromagnéticas Parte 2

The magnete  
Magetismo

Mesmo o íma, ao ser atritado não atraia outros corpos leves (plumas, fios de cabelo, palhas, linhas de tecido), como o azevitche (tipo de carvão) ou o diamante.

O mapeamento de uma possível “força” magnética era feito pelo Gilbert através de agulhas imantadas próximas ao objeto que possui a propriedade que permite o efeito magnético.

## **Referências Bibliográficas**

# Lista de Figuras

1.1

1.2

1.3

.

.

.

.

.

6.1 - à direita pedaços de rocha de magnetita e a esquerda um pedaço de âmbar.

6.2 -