

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL

ELIEL ALVES DE SOUZA

A influência dos experimentos de Eletrostática na aprendizagem dos alunos do Ensino Médio

Dourados – MS

2015

ELIEL ALVES DE SOUZA

A influência dos experimentos de Eletrostática na aprendizagem dos alunos do Ensino Médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Física para a obtenção do título de Licenciado em Física da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Antônio Aparecido Zanfolim.

Dourados – MS

2015

ELIEL ALVES DE SOUZA

A influência dos experimentos de Eletrostática na aprendizagem dos alunos do Ensino Médio.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Física para a obtenção do título de Licenciado em Física da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Antônio Aparecido Zanfolim.

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Antônio Aparecido zanfolim

Orientador

---

Prof. MSc. Isis Fátima de Farias

Universidade Estadual de mato Grosso do Sul

---

Prof. MSc. Sheila Cadore

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

## DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, aos meus pais Davi Alves de Souza e Ilma Aparecida da Silva Souza e a todos os amigos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me conceder vida e saúde e por estar presente em todos os momentos, dando-me proteção divina com a sua poderosa mão e forças para que eu pudesse vencer.

Aos meus familiares, pelo incentivo e ajuda no desafio enfrentado ao longo desta formação. Em especial aos meus pais Davi Alves de Souza e Ilma Aparecida da Silva Souza e ao meu irmão Jesiel Alves de Souza.

Um abraço muito especial ao meu irmão Joel Alves de Souza, à minha irmã Elisane Alves de Souza, ao meu cunhado Gilmar e à minha sobrinha Ana Júlia.

Ao meu orientador professor Dr. Antônio Aparecido Zanfolim, pela paciência que teve em me ajudar na elaboração de todo esse trabalho. Aprendi muito com o senhor! Até hoje tenho saudade daquelas aulas de instrumentação.

Aos amigos do curso Wandrei Santos Moura, Wilie Santos Moura, Tiago Henrique Rodrigues da Silva, Suellen Fernanda Barbosa dos Santos, Cássia Patrícia Seccatto, Bruno Fiorindo Da Silva, Adriéli Machado Alves, Rosimeire Alves Niza, Claudemir da Silva Matos, Jackson Santos Jara, Itamar Alexandre Portella Santana, Cleber Aparecido de Souza Silva.

Agradeço também alguns professores do curso. Professor Dr. Rony Gonsalves de Oliveira, professor Dr. Junior Reis Silva, professor Dr. Fábio Alencar dos Santos, professor André Luiz dos Santos Hortelan, MSc. Emerson Canato Vieira, Dr. Adriano Manoel dos Santos, MSc. Jean Vaz. Em especial as professoras MSc. Isis Fátima de Farias e MSc. Sheila Cadore.

A todos os amigos e amigas que fiz durante esses anos, os meus sinceros agradecimentos!

Que diremos, pois a estas coisas? Se Deus é por nós, quem será contra nós?

(Romanos 8: 31)

O coração tem razões que a própria razão desconhece.

(Blaise Pascal)

## RESUMO

Sabe-se que o Ensino de Física é de extrema importância no Ensino Médio, porém, a maioria dos alunos tem muitas dificuldades em aprender os conteúdos ensinados nesta disciplina com o uso do método tradicional. Diante de tais problemas a importância de aulas experimentais nas escolas de ensino médio é tema abordado por muitos educadores como um método alternativo. Apesar de os modelos tradicionais ainda oferecer muita resistência aos poucos os professores vêm sentindo cada vez mais a necessidade de introduzir aulas experimentais nas escolas de ensino médio. Por meio de observação direta extensiva e aplicação de experimentos sobre eletrostática realizou-se esse trabalho na Escola Estadual 13 de Maio na cidade de Deodápolis – MS, com os alunos do 3º ano do ensino médio noturno, a fim de observar se os experimentos facilitam a aprendizagem. No primeiro momento aplicou-se um pré-teste (em anexo) com 10 questões de múltipla escolha relacionadas com os conteúdos de eletrostática, em seguida foram apresentados os experimentos para depois aplicar-se o pós- teste, (o pós- teste consta das mesmas questões do pré-teste) e fazer a comparação dos acertos, concluindo que os experimentos de fato ajudam muito na compreensão dos conteúdos, pois houve um progresso no conhecimento dos alunos.

Palavras chave: Experimentos de eletrostática, ensino de Física.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- As somas das cargas em um sistema isolado são constantes, antes e depois .....	5
Figura 2- Eletrização por atrito.....	7
Figura 3- Eletrização por contato, inicialmente A é positivo e B neutro .....	8
Figura 4- Eletrização por contato, inicialmente A negativo e B neutro .....	8
Figura 5- Eletrização por contato de condutores de mesma forma e dimensão .....	8
Figura 6- Eletrização por indução .....	9
Figura 7- Eletrização por indução de um corpo aterrado .....	10
Figura 8- Eletrização por indução de duas esferas neutras penduradas por um fio isolante ...	10
Figura 9- Dielétrico polarizado.....	11
Figura 10- Pêndulo eletrostático.....	12
Figura 11- a) Eletroscópio eletrizado com cargas positivas e b) Eletroscópio eletrizado com cargas negativas.....	13
Figura 12-a) Campo elétrico criado por uma carga positiva e b) Campo elétrico criado por uma carga negativa .....	14
Figura 13- Força elétrica produzida por uma distribuição de cargas .....	14
Figura 14-a) Linhas de forças de uma carga pontual positiva e b) Linhas de forças de uma carga pontual negativa .....	15
Figura 15- Formação de linhas de campo elétrico criados por uma carga elétrica .....	16
Figura 16- Linhas de campo elétrico para duas cargas opostas.....	16
Figura 17- Linhas de campo elétrico de duas cargas elétricas com sinais contrários .....	17
Figura 18- Para duas cargas iguais o campo elétrico é de repulsão .....	17
Figura 19- superfície condutora pontiaguda carregada com cargas positivas.....	18
Figura 20- Primeiro gerador de Van de Graaff, construído com a coluna cilíndrica .....	19
Figura 21- Coluna cilíndrica demonstrando a posição dos furos .....	20
Figura 22- Mancais sem os rolamentos .....	20
Figura 23- Mancais com os rolamentos e parafusos.....	21
Figura 24- Esquema ilustrativo do gerador usado no experimento .....	22



Figura 25- Aparato instrumental.....	22
Figura 26-a) Esferas de vidro antes de serem encapadas e b) Esferas de vidro após serem encapadas com papel alumínio.....	24
Figura 27- Experimento das linhas de campo elétrico .....	25
Figura 28- Demonstração do eletroscópio de linhas .....	26
Figura 29- Demonstração de raios.....	26
Figura 30- Percentagem de acertos em cada questão do pré-teste .....	27
Figura 31- Percentagem de acertos em cada questão do pós-teste .....	29
Figura 32- Percentagem de acertos em cada questão do pré-teste e do pós-teste .....	29

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Dados obtidos com o pré-teste.....	27
Tabela 2. Dados obtidos com o pós-teste .....	28

## SUMÁRIO

<b>FOLHA DE APROVAÇÃO .....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATÓRIA .....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 CARGAS ELÉTRICAS.....	3
2.1.1 O que são cargas elétricas.....	3
2.1.2 Tipos de carga elétricas.....	4
2.2 PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS .....	5
2.3 CONDUTORES E ISOLANTES .....	5
2.3.1 Material condutor.....	5
2.3.2 Material isolante .....	6
2.4 PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO .....	6
2.4.1 Eletrização por atrito.....	6
2.4.2 Eletrização por contato .....	7
2.4.3 Eletrização por indução .....	9
2.5 ELETROSCÓPIO .....	11
2.5.1 Pêndulo eletrostático.....	11
2.5.2 Eletroscópio de lâminas .....	12
2.6 CAMPOS ELÉTRICOS .....	13
2.6.1 Linhas de campos elétricos .....	15
2.7 PODER DAS PONTAS.....	17
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>

3.1 PRIMEIRO EXPERIMENTO: CAMPO ELÉTRICO .....	23
3.2 SEGUNDO EXPERIMENTO: DEMONSTRAÇÃO DO PODER DAS PONTAS USANDO O ELETROSCÓPIO DE LINHAS .....	25
<b>4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....</b>	<b>27</b>
4.1 PRÉ-TESTE.....	27
4.2 APLICAÇÕES DOS EXPERIMENTOS .....	28
4.3 PÓS- TESTE.....	28
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO A - QUESTIONÁRIO .....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde que Galileu revolucionou a ciência introduzindo o método experimental os fenômenos físicos passaram a ser mais bem explicados, deixando de lado tantas suposições que até então eram feitas com base em simples observações, e passaram a buscar a comprovação dos fenômenos através da observação e da repetição do fenômeno, e sempre que possíveis realizados em laboratório sobre condições controladas para que possamos entender os fenômenos observados em nosso dia a dia e assim reproduzi-los em proveito da própria necessidade do homem. [3]

A ideia de aulas experimentais nas escolas tem sido enfatizada por muitos autores e defendida por muitos educadores e, embora grande parte dos docentes reconheça que aulas experimentais ajudam muito no processo de ensino aprendizagem, mesmo assim, apresentam uma resistência muito grande em mudar a maneira de trabalhar os conceitos relativos às ciências. [2] [3]

Um dos fatores que dificulta a aprendizagem é o modelo tradicional de ensino, muito utilizado nas escolas de ensino fundamental e médio, em tal modelo o professor transmite o conhecimento e os alunos apenas memorizam, dificultando o relacionamento dos conteúdos estudados com a realidade do dia a dia. Por conta deste modelo o professor acaba se deparando com dificuldades ao perceber que os alunos não estão assimilando os conteúdos expostos e isto causa- lhe descontentamento e desmotivação ao ensinar os conteúdos de física. [1] [4]

Outro problema que agrava muito o ensino é a qualificação profissional dos professores já que professores menos qualificados têm maiores dificuldades em trabalhar os conteúdos de ciências. Diante de tais situações os alunos não conseguem perceber que a Física é uma disciplina que está presente em quase tudo o que nos rodeia. Os manuais didáticos trazem uma linguagem muito complexas, enquanto que os educandos iniciantes desse processo de conhecimento não conseguem fazer a ligação dos textos com a realidade da vida e da sociedade. [1] [4]

Há o entendimento de que os docentes confundem a necessidade de aulas práticas com um ambiente equipado para a realização de experimentos. Sabe-se que existem atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula sem a intermediação de equipamentos sofisticados para tal fim. Não importa o método usado, o importante é a motivação dos alunos com os conteúdos apresentados. Assim, o professor pode fazer uso de equipamentos como computadores no uso de simulações, exposições de vídeos, etc. [4]

Diante de tais situações o presente trabalho tem como objetivo estimular o professor fazer o uso de experimentos na busca de instigar os alunos a interagir melhor com o conteúdo apresentado, conferindo ao professor mais tranquilidade em trabalhar o processo de ensino aprendizagem.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 CARGAS ELÉTRICAS

#### 2.1.1 O QUE SÃO CARGAS ELÉTRICAS

A carga elétrica é uma propriedade que determinadas partículas elementares apresentam proporcionando a elas a capacidade de influência mútua de natureza elétrica. A estrutura da matéria é que determina o surgimento de cargas elétricas, pois como sabemos, todos os corpos são formados por átomos, estes por sua vez apresentam unidades menores que são os prótons (positivos) e os neutros (não possui cargas) ocupando a região central do átomo, enquanto os elétrons (negativos) giram em torno do núcleo atômico. Num átomo em estado natural o número de prótons é igual ao número de elétrons e o átomo é eletricamente neutro. Por sua natureza os elétrons podem abandonar o átomo e se mover com facilidade, ou elétrons de outros átomos podem se agregar a outro átomo. Quando isso ocorre o átomo perde a neutralidade, pois o átomo apresenta-se com excesso ou falta de elétrons. Esse fenômeno é o que observamos quando atritamos, por exemplo, um bastão de vidro com a lã, pela transferência de elétrons a lã fica com excesso de elétrons e o vidro com falta de elétrons. Dizemos nesse caso que os corpos com excesso ou falta de elétrons são corpos eletrizados. [6] [16]

A menor carga elétrica encontrada na natureza é a carga de um próton ou de um elétron iguais em valor absoluto, sendo chamada de carga elementar  $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C. Toda carga elétrica pode ser quantizadas, pois os corpos podem ceder e receber uma maior ou menor quantidade de elétrons. Assim  $Q = ne$  é a quantidade de carga elétrica presente em um corpo, sendo  $n$  o número de elétrons que um corpo pode ceder ou receber. A unidade de medida da carga elétrica é o Coulomb (C). [9] [15] [16]

A carga elétrica tem aplicações em muitos tipos de aparelhos que usamos em nosso dia a dia. Como por exemplo, as máquinas fotocopiadoras que usam eletricidade estática para a cópia de documentos, na indústria automobilística a eletrostática também esta presente no uso de pinturas através de partículas carregadas, uma vez que proporcionam um melhor acabamento e reduz efeitos nocivos ao meio ambiente. [7]

Em outros casos problemas seríssimos são criados com o surgimento da eletricidade estática e tem posto, muitos engenheiros e físicos a pensar sobre como resolver estes problemas, objetos carregados pode sofrer uma descarga elétrica e dependendo da fagulha que é produzida causar incêndios. Um exemplo bastante comum são os veículos que durante o

movimento podem adquirir cargas elétricas, devido o atrito com o ar. É por isso que os caminhões na hora de abastecer os tanques dos postos devem ser conectados a terra por meio de um fio para escoar toda a carga elétrica, evitando possíveis incêndios. Outro exemplo são os aviões que costumam ter fios saindo de suas asas para evitar que toda a carga elétrica adquirida do atrito violento com o vento se acumulem em sua fuselagem. [7] [8] [9] [11] [12] [15] [17]

### 2.1.2 TIPOS DE CARGAS ELÉTRICAS

A presença de cargas elétricas existentes na natureza é um fenômeno conhecido pelos antigos gregos, pois o primeiro relato de que se tem notícias foi quando o grego Tales de Mileto (620- 580.a.c), observou pela primeira vez que ao atritar um pedaço de âmbar, este passava a atrair objetos leves como palha e pequenas penas, posteriormente em 1600, com os trabalhos do médico Willian Gilbert que após realizar vários experimentos relacionados com a eletricidade verificou que não só o âmbar atraía pequenos objetos, mas que outros materiais quando eram atritados passavam a atrair corpos. Nas palavras de willian Gilbert:

Pois não é apenas o âmbar, como eles supõem que, atraem pequenos corpos, mas também o diamante, a safira a opala, a ametista, o cristal, etc. Estas substâncias atraem todas as coisas, não somente penas e limalhas, mas todos os metais, madeira, pedra, terra e também a água e o azeite e tudo o que está sujeito aos nossos sentidos e é sólido...

Foi Gilbert quem pela primeira vez usou o termo elétrico, para os corpos que se eletrizavam (nome derivado da palavra grega âmbar que significa elektron) já que esses corpos adquiriam propriedades semelhantes a do âmbar quando era atritado. [5] [12] [16]

Após a morte de Gilbert, Nicolo Cabeu verificou a repulsão entre dois corpos eletrizados, diante disso a hipótese do eflúvio lançada por Gilbert que explicava a atração das substâncias que ele verificou teve de ser modificada. O cientista Charles François Dufay (1698-1739), após uma série de experimentos supôs que dois corpos eletrizados sempre se repeliam, continuando a realizar experimentos, Dufay percebeu que dois corpos eletrizados também podiam se atrair, pois ao atritar um pedaço de vidro com seda e um pedaço de âmbar com pele ele observou que ambos se atraíam. Realizando um grande número de experiências o cientista propôs que existia a eletricidade vítrea, aquela que se manifestava no vidro atritado com seda e a eletricidade resinosa que se manifestava no âmbar atritado com pele. Essa hipótese foi de grande aceitação durante todo o século XVIII. A denominação carga elétrica positiva e carga elétrica negativa, como sabemos hoje, foi uma escolha arbitrária feita pela



primeira vez pelo cientista BEMJAMIN FRANKLIN (1700) durante a realização de suas experiências. [6] [7] [11] [12] [16]

## 2.2 PRINCÍPIOS DA CONSERVAÇÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS

Para um sistema eletricamente isolado o princípio da conservação da carga diz que permanece constante a soma algébrica das quantidades de cargas positivas e negativas. Ou seja, não interessa a quantidade de cargas que envolvem o sistema, a soma vetorial no final do processo resulta em um mesmo valor. Assim com base no princípio da conservação da carga elétrica significa dizer que não é possível nem criar nem destruir a carga elétrica, mas somente transferir de um corpo para outro. A figura abaixo é um sistema isolado contendo três esferas pequenas carregadas de tal modo que elas podem trocar cargas entre si, nesse caso elétrons passam de um corpo para outro, mas a soma das cargas antes e depois é igual a 12 como podemos ver nas figuras *a* e *b*. A equação abaixo demonstra a conservação das cargas elétricas. [9] [11] [13] [14] [15]

$$\Sigma Q_{antes} = \Sigma Q_{depois} .$$

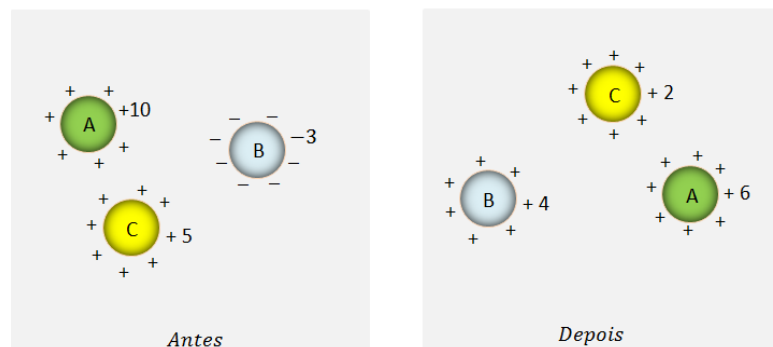


Figura-1) As somas das cargas em um sistema isolado é constante, antes e depois. [11]

## 2.3 CONDUTORES E ISOLANTE

### 2.3.1 MATERIAL CONDUTOR

Condutores são materiais que apresentam os elétrons das órbitas mais externas ligados por uma força menor em relação ao núcleo atômico e quando sujeitos a forças mesmo de pequena intensidade se libertam facilmente das últimas camadas movendo-se pelos espaços interatômicos podendo se espalhar imediatamente pela superfície do material. Exemplos: ferro, cobre, zinco, grafite, ouro, etc. [9] [11] [12] e [13]

### **2.3.2 MATERIAL ISOLANTE**

Os isolantes são materiais que em sua constituição os elétrons dos átomos estão fortemente ligados aos respectivos átomos, e mesmo na presença de um campo elétrico intenso não é possível que elétrons sejam “libertados” para se moverem pela superfície do material, dessa forma nenhum elétron se acha livre para se mover pelo material, permanecendo no lugar onde foram depositadas, daí o seu caráter isolante. Exemplos: ar atmosférico, borrachas, porcelana, vidro, mica, ebonite, etc. Não podemos esquecer que condições climáticas também influenciam na capacidade que certas substâncias têm de conduzir eletricidade. Um bom exemplo é o ar atmosférico que em dias úmidos, as minúsculas gotículas de água presentes no ar faz com que o ar se torne condutor, tornando mais difícil eletrizar corpos em dias úmidos. [8] [9] [11] [12] [13]

## **2.4 PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO**

Para um corpo que se encontra inicialmente neutro podemos eletriza-lo de três modos, por atrito, contato e indução. Para que ocorra eletrização por atrito é necessário que os corpos atritados tenham diferentes tendências em ceder ou receber elétrons. [13] [14]

### **2.4.1 ELETRIZAÇÃO POR ATRITO**

A eletrização por atrito ocorre quando dois materiais diferentes são atritados (esfregados um no outro). Na eletrização por atrito os corpos adquirem cargas elétricas de sinais opostos e iguais em valor absoluto. Tomamos como exemplo um bastão de vidro que ao ser atritado com um pedaço de lã, o vidro acaba cedendo elétrons para a lã, ou seja, a lã arranca elétrons do vidro deixando o vidro com excesso de cargas positivas enquanto isso a lã se eletriza negativamente em virtude de receber elétrons provenientes do vidro. [12] [14] [15] [16]

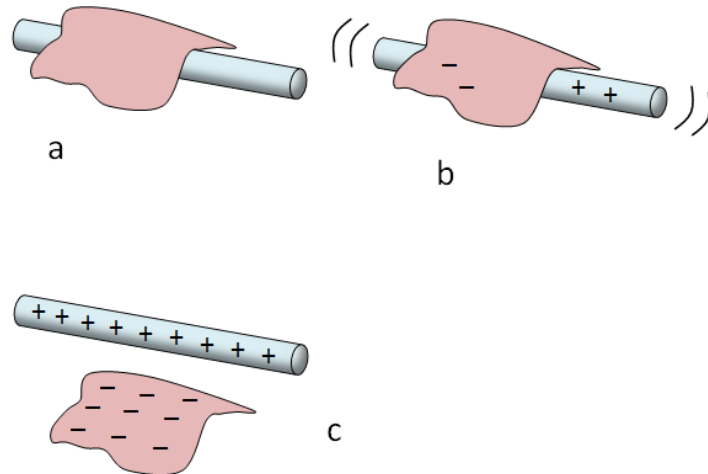


Figura 2- Eletrizção por atrito. a) Bastão de vidro com a lã inicialmente neutra. b) Bastão sendo atritados com a lã. c) Após serem atritados ambos resultam carregados com cargas de sinais opostos e iguais em módulo.

[Autoria própria]

#### 2.4.2 ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Eletrizção por contato ocorre quando um corpo eletricamente carregado entra em contato com um condutor eletricamente neutro, nesse caso elétrons se transferem para o corpo, devido o fenômeno da repulsão espalham-se pela superfície do material ate atingir o equilíbrio eletrostático deixando-o carregado com cargas de mesmo sinal. Apesar de o corpo eletrizado por contato ter o mesmo sinal da carga, o valor da carga em módulo pode ter valores diferentes. Caso o material a ser eletrizado for um isolante os elétrons não se espalha permanecendo na região do contato. [8] [9] [11] [12] [14]

A figura abaixo representa duas esferas condutoras, *A* carregada com cargas positivas e *B* em estado neutro, nesse caso elétrons livres da esfera *B* são atraídos pelas cargas positivas de *A*, durante o contato parte da carga positiva de *A* se anula, mas mesmo assim *A* continua carregado positivamente, pois a quantidade de elétrons que migraram não é suficiente para anular todo o excesso de carga positivas presente em *A*, enquanto que *B* também se eletriza com cargas positivas de módulo igual à quantidade elétrons que se transferiram para a esfera *A*. [9] [15]

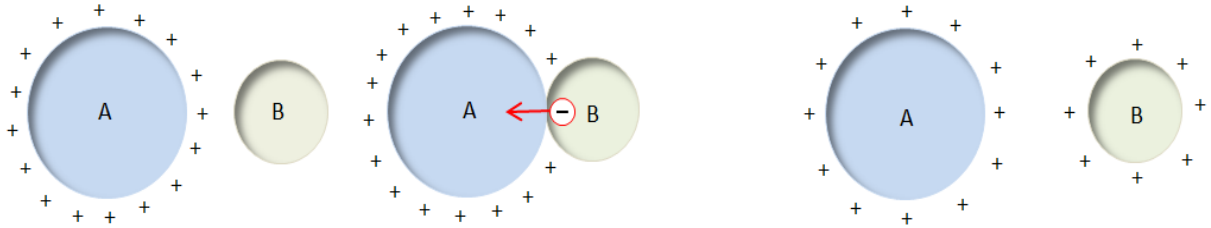


Figura 3- Eletrização por contato, inicialmente  $A$  é positivo e  $B$  neutro. [9]

Se  $A$  for eletrizado com cargas negativas, todo o excesso de elétrons está distribuído pela superfície externa de  $A$ , ao entrar em contato com  $B$  (neutro), os elétrons espalham-se pela superfície externa do conjunto  $AB$  neutralizando parte das cargas positivas de  $B$ . Mesmo assim  $A$  continua eletrizado negativamente, mas com quantidade menor de elétrons e  $B$  que estava neutro se eletriza negativamente. [9] [15]

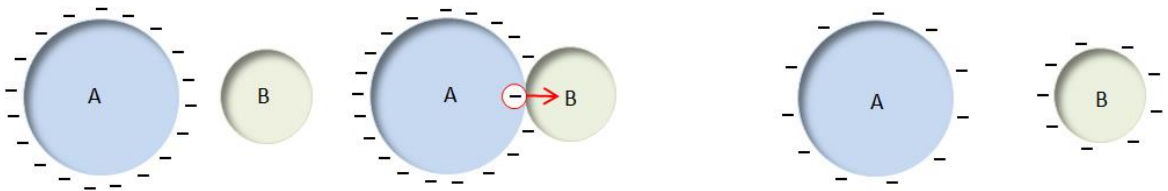


Figura 4- Eletrização por contato,  $A$  inicialmente negativa e  $B$  neutra. [9]

Para o caso em que os condutores têm o mesmo tamanho e mesmo formato, após o contato ambos resultam carregados com cargas de mesmo valor. [9] [15]

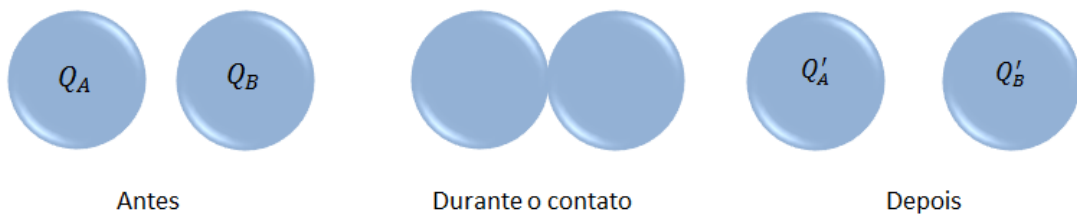


Figura 5- Eletrização por contato de condutores de mesma forma e dimensão. [9]

Pelo princípio da conservação das cargas:  $Q_A + Q_B = Q'_A + Q'_B$ , sendo  $Q'_A = Q'_B$

$$Q_A + Q_B = 2Q'_A \text{ ou } Q_A + Q_B = 2Q'_B.$$

$$\text{Assim: } Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2}$$

### 2.4.3 ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

A eletrização por indução ocorre quando aproximamos um objeto carregado (indutor) de um objeto condutor neutro (induzido). Nesse caso ocorre uma separação das cargas elétricas, já que as cargas de mesmo sinal se repelem. Apesar de haver separação das cargas do corpo, o corpo como um todo é eletricamente neutro. Por outro lado quando um corpo é eletrizado por indução ele tem carga de sinal oposto a do indutor. [8] [9] [11] [12] [13] [15]

Em *a* é aproximado o indutor (bastão) da esfera (induzido) eletricamente neutra e isolada, ocorrendo separação das cargas, em *b* O indutor é afastado e a esfera volta ser eletricamente neutra.

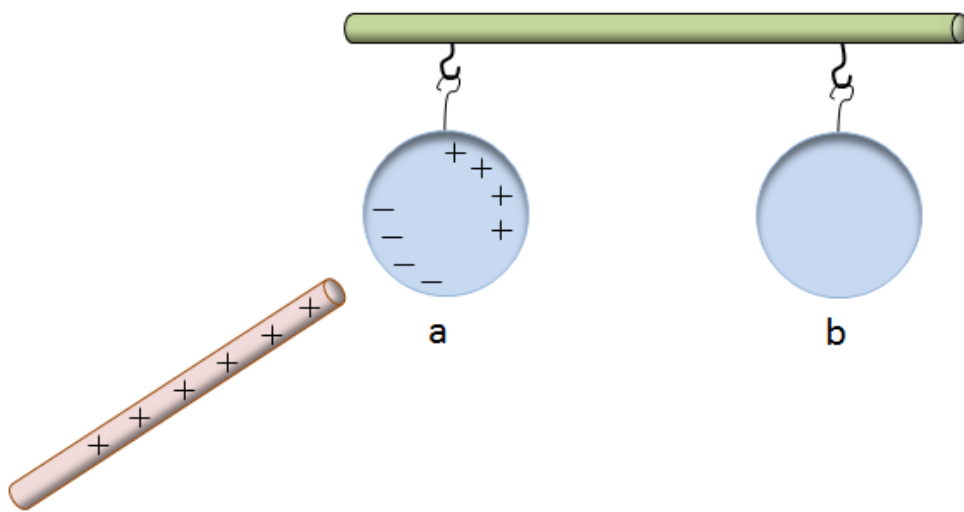


Figura 6- Eletrização por indução. [Autoria própria]

Para eletrizarmos um corpo por indução devemos realizar uma sequência de passos como mostrado na figura abaixo. Inicialmente em *a* tem-se uma esfera metálica, eletricamente neutra pendurada em um suporte de material isolante, conectada a um aterramento. Em seguida o bastão é aproximado e ocorre uma separação das cargas, elétrons sobem da Terra neutralizando as cargas positivas, em *b* o aterramento é desligado com o bastão ainda próximo e em *c* o bastão é retirado, devido à repulsão as cargas se espalham deixando o condutor carregado, negativamente. [9] [12] [13] [15]

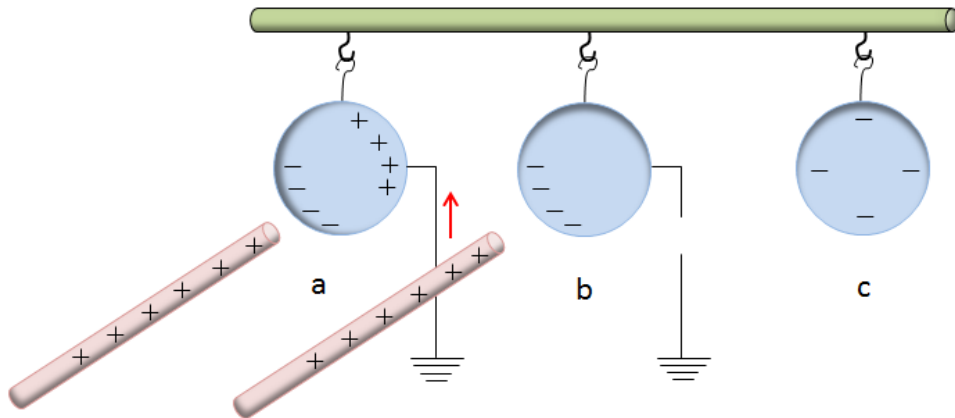


Figura 7- Eletrizção por indução de um corpo aterrado [Autoria própria]

Por indução podemos eletrizar corpos sem a utilização de um fio terra. Como mostra a figura abaixo, em *a* temos duas esferas em contatos e isoladas, em *b* ao aproximar o bastão ocorre separação das cargas de modo que cada esfera apresenta cargas de sinais opostos, em *c* com o bastão ainda próximo separa-se uma das esferas e em seguida retira-se o bastão e as cargas se distribuíram deixando as esferas eletrizadas com cargas de sinais opostos. [13]

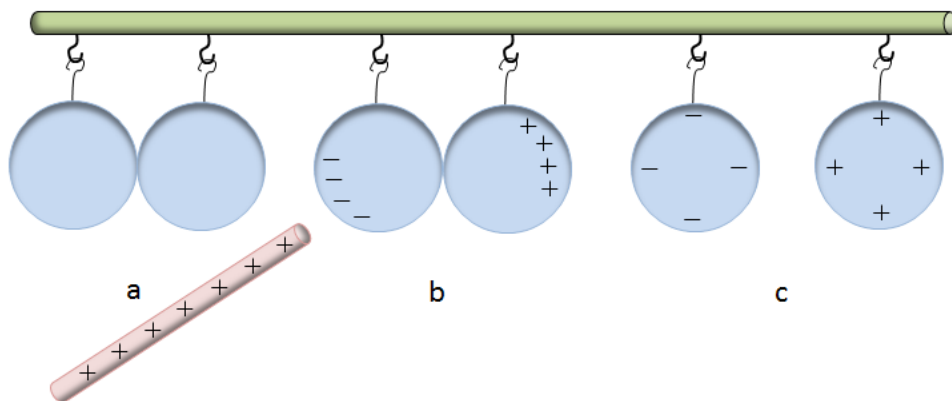


Figura 8- Eletrizção por indução de duas esferas neutras penduradas por um fio isolante. [Autoria própria]

Por indução também podemos eletrizar os dielétricos. Dielétricos são materiais isolantes, ou seja, que não apresentam elétrons livres para se mover pela superfície do material. Nesse caso ao aproximar um corpo carregado ocorre uma polarização das cargas que cada átomo ou molécula apresenta, assim ocorre um alinhamento das cargas de modo que em extremos opostos têm-se cargas de sinais opostos. Em *a* temos a esfera indutora *P* carregada com cargas positivas que ao aproximar da esfera *S* (dielétrico) causa uma perturbação nas moléculas de *S*. Essa perturbação faz surgir uma distorção nas moléculas do dielétrico, deixando alinhada como é mostrado em *b*, a esse alinhamento damos o nome de polarização. Em *c* o dielétrico já está polarizado o que faz surgir uma força de atração entre o dielétrico *S* e o indutor *P* como podemos ver. Apesar de os átomos não se moverem de suas posições fixas,

o que ocorre é uma descentralização dos centros das cargas levando ao surgimento de cargas de sinais contrários. Mesmo assim o dielétrico permanece com sua carga total nula. [11] [12]

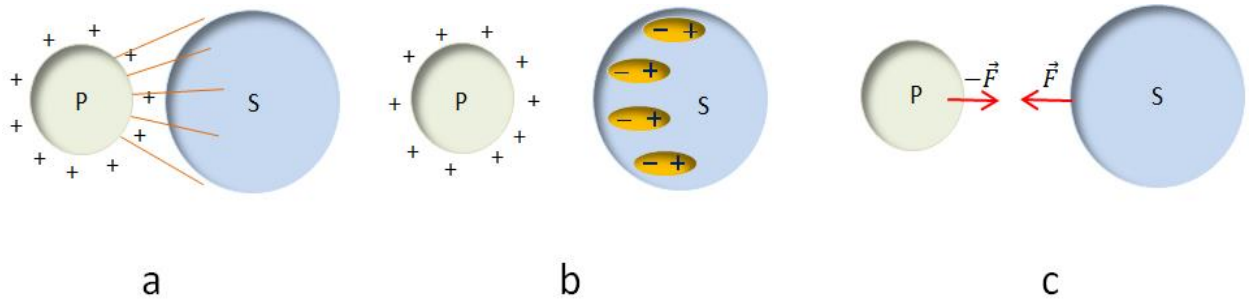


Figura 9- Dielétrico polarizado. [11]

## 2.5 ELETROSCÓPIO

Eletroscópio é um instrumento usado para indicar se um corpo está eletrizado ou não. Um modelo bastante simples de eletroscópio é o pêndulo eletrostático. Outro modelo é o eletroscópio de lâminas. Nos dois casos os eletroscópios são eletrizados por indução. [9] [13] [15]

### 2.5.1 PÊNDULO ELETROSTÁTICO

O pêndulo eletrostático é constituído basicamente de uma esfera de isopor encapada de material condutor (papel alumínio), suspensa por um fio isolante (náilon ou seda) preso a uma haste montada sobre uma base para dar sustentação ao conjunto. Para saber se um corpo está eletrizado ou não basta aproximar o corpo, da esfera do pêndulo inicialmente neutro, caso ocorra atração ou repulsão das esferas é porque o corpo está eletrizado, mas se não houver nenhum movimento é porque o corpo está neutro. [9] [13] [15]

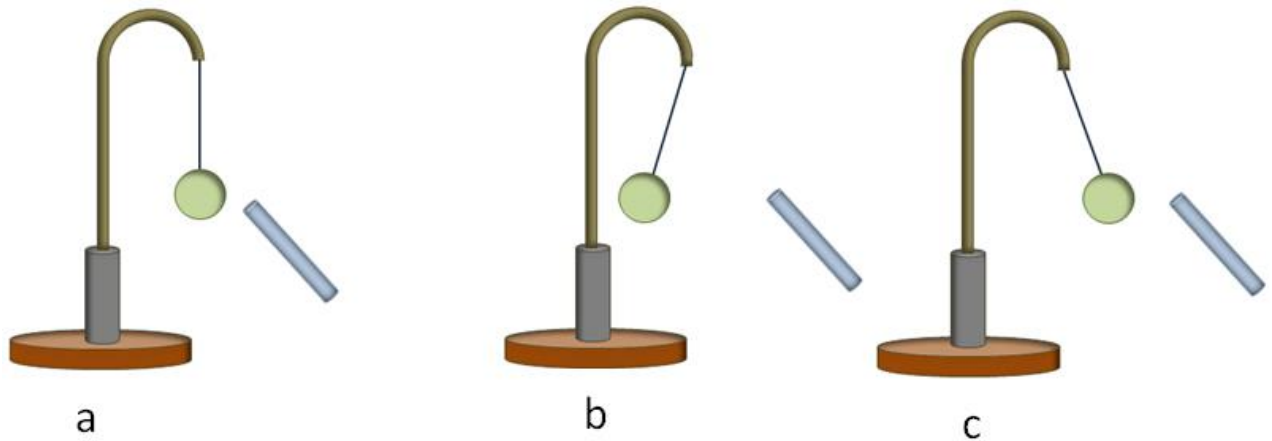


Figura 10- Pêndulo eletrostático. a) Um objeto neutro é aproximado da esfera. b) Objeto com cargas de mesmo sinal é aproximado induzindo uma carga na esfera, ocorrendo repulsão. c) objeto com cargas de sinal oposto é aproximado induzindo uma carga na esfera ocorrendo atração. [5]

### 2.5.2 ELETROSCÓPIO DE LÂMINAS

O eletroscópio de lâminas é constituído por de uma pequena esfera metálica em sua parte superior, duas lâminas delgadas muito finas e móveis que permite a abertura ou mesmo o fechamento, conectadas à esfera por meio de uma haste condutora. Essas lâminas são protegidas por uma caixa protetora de vidro para isolar do contato externo e evitar possíveis descargas como podemos ver na figura 11. Ao aproximar um objeto qualquer carregado da parte superior do aparelho é induzida uma carga e as lâminas se tornam eletrizadas com cargas de mesmo sinal e se afastam. Na figura 11-a aproximando o bastão positivo (corpo indutor) da esfera é induzida uma carga na parte superior do eletroscópio, devido ao efeito da repulsão elétrons migram para a região superior do eletroscópio deixando as lamínas com um excesso de cargas positivas e se repelem. O mesmo fenômeno é observado aproximando da esfera do eletroscópio um corpo com cargas negativas, elétrons vão se deslocarem em direção as lâminas deixando-as com cargas negativas e se repelem como podemos ver na figura 11-b. [9] [11] [12] [13] [15] [16]



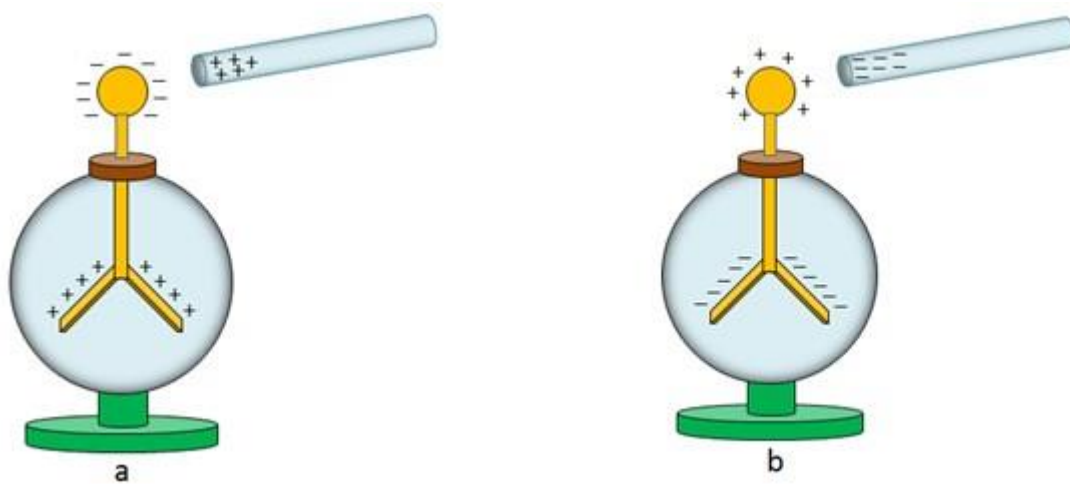


Figura 11- a) Eletroscópio eletrizado com cargas positivas. b) Eletroscópio eletrizado com cargas negativas. [12]

## 2.6 CAMPOS ELÉTRICOS

A presença de uma carga elétrica altera o espaço que ela ocupa ao seu redor, desse modo qualquer partícula eletrizada que se aproximar da carga elétrica estará sujeita a forças de atração ou repulsão, a esse comportamento da carga elétrica é que damos o nome de campo elétrico.[11]

O campo elétrico não tem fronteiras bem definidas, isso significa que em um local pode agir com mais intensidade do que em outros. O campo elétrico é calculado pela relação  $\vec{E} = \frac{F}{q}$ . Em que  $F$  é a força elétrica e  $q$  a carga da partícula carregada. [8] [12]

Análogo ao campo gravitacional, o campo elétrico decresce com a lei do inverso do quadrado da distância. A diferença está no fato de que o campo gravitacional é só de atração, e o campo elétrico, dependendo do sinal da carga pode ser de atração ou de repulsão, conforme figura abaixo, no ponto  $P_1$  da figura 12-a, o campo elétrico tem intensidade maior que no ponto  $P_2$ . Idêntica à figura 12-a, a figura 12-b ilustra o campo elétrico produzido por uma carga elétrica negativa diferindo apenas no sentido de orientação do vetor campo elétrico, pelas figuras abaixo vemos que em  $a$  o campo está divergindo de  $q$ , em  $b$  o campo está convergindo para  $q$ . [8] [11]

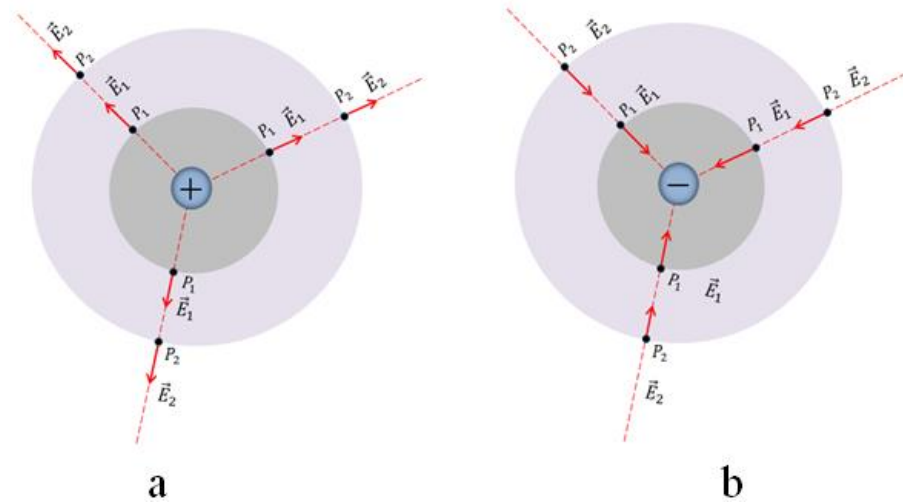


Figura 12-a) Campo elétrico criado por uma carga positiva em um ponto P com a direção e sentidos indicados na figura e 12-b) Campo elétrico criado por uma carga negativa em um ponto P com a direção e sentidos indicados pela figura. [Autoria própria]

Para verificar se em um determinado ponto do espaço existe um campo elétrico basta utilizar uma carga de prova. Se sobre a carga de prova atuar uma força elétrica, então haverá campo elétrico nessa região. Na figura 13 temos uma distribuição de carga  $Q$  que produz um campo elétrico ao seu redor, e uma carga de prova  $q$  situada em um ponto  $B$  distante de  $Q$ . À medida que  $q$  é afastada para o ponto  $C$  a intensidade da força sobre a carga de prova  $q$  diminui, pois,  $|\vec{F}_1| < |\vec{F}_2|$ . Esse resultado está de acordo com a lei de Coulomb, pois quanto mais distante  $q$  estiver de  $Q$  a intensidade do campo elétrico é menor.  $\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$ . Sendo  $\vec{F}$  a força,  $k$  a constante eletrostática com valor igual a  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $q_1$  e  $q_2$  as cargas que participa do sistema,  $r^2$  a distância considerada entre as cargas e  $\hat{r}$  um vetor unitário na direção das cargas. [8] [9] [11] [12] [13]

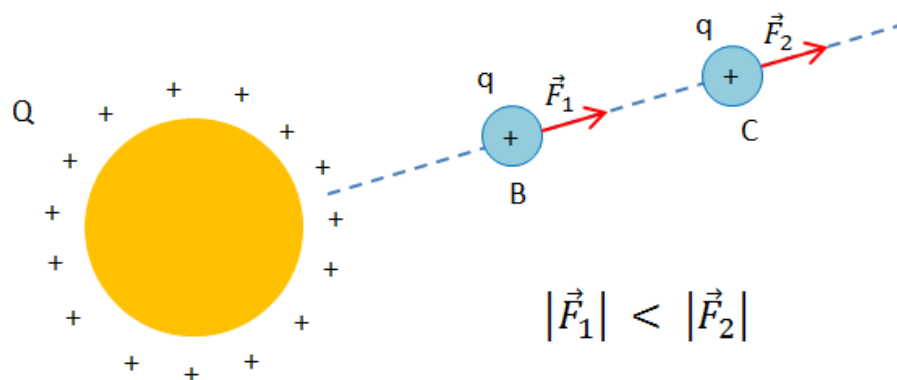


Figura 13- Força elétrica produzida por uma distribuição de cargas. Em uma distribuição de cargas qualquer a força elétrica diminui à medida que a carga de prova  $q$  se distancia de  $Q$ . [11]

### 2.6.1 LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO

A representação do campo elétrico usando as linhas de força foi feita pela primeira vez no século XIX pelo físico Michael Faraday para representar o campo elétrico. [12]

No campo de uma carga positiva as linhas divergem da carga e no campo de uma carga negativa as linhas convergem para a carga, sendo traçadas de modo que em cada ponto o vetor campo elétrico seja tangente às linhas. As linhas de campo elétrico além de dar informações sobre a direção e o sentido do vetor campo elétrico  $\vec{E}$ , fornecem informações sobre o módulo do vetor campo elétrico  $\vec{E}$  em uma dada região. Nos pontos em que as linhas estão mais próximas o campo elétrico tem intensidade maior, à medida que vai distanciando da carga as linhas de campo também vão ficando mais afastadas, significando que o campo elétrico tem intensidades menores nos pontos mais distantes das cargas. [11] [12] [13]

Na figura 14-a é representada as linhas de forças de uma carga positiva na qual o campo elétrico  $\vec{E}$  esta divergindo da carga, em 14-b as linhas de forças de uma carga negativa, onde o campo elétrico  $\vec{E}$  é convergido. A figura 15 é uma imagem na qual temos uma esfera encapada com papel alumínio mergulhada em óleo de soja contendo sementes de coentro. Ao observar a imagem vemos que o campo produzido pela carga faz as sementes se enfileirar de maneira semelhante ao representado nas figuras 14-a e 14-b, neste caso só não é permitido conhecer o sinal da carga por observações simples.

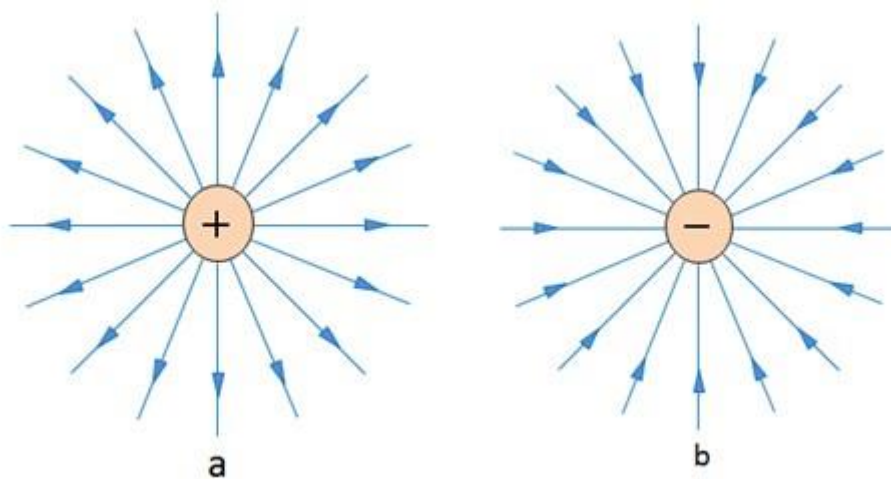


Figura 14-a) Linhas de forças de uma carga pontual positiva e 14-b) Linhas de forças de uma carga pontual negativa. [5] [11] [12]



Figura 15- Formação de linhas de campo elétrico criadas por uma carga elétrica.

[Autoria própria]

O campo elétrico produzido por duas cargas de sinais opostos é de atração, enquanto que o campo produzido por duas cargas iguais é de repulsão. A figura 16 representa as linhas de campo de duas cargas de sinais opostos e a figura 17, duas esferas encapadas de papel alumínio mergulhadas em óleo de soja contendo sementes de alface, no momento em que o gerador eletrostático é ligado produzem cargas de sinais opostos que se atraem e faz as sementes se enfileirar em formato das linhas. [9] [11] e [12]

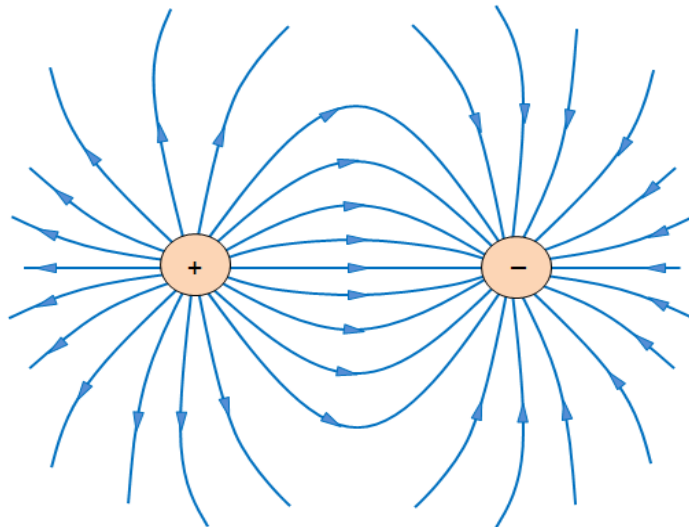


Figura 16- Linhas de campo elétrico para duas cargas opostas [5] [7] [12]



Figura 17- Linhas de campo elétrico de duas cargas elétricas com sinais contrários. [Autoria própria]

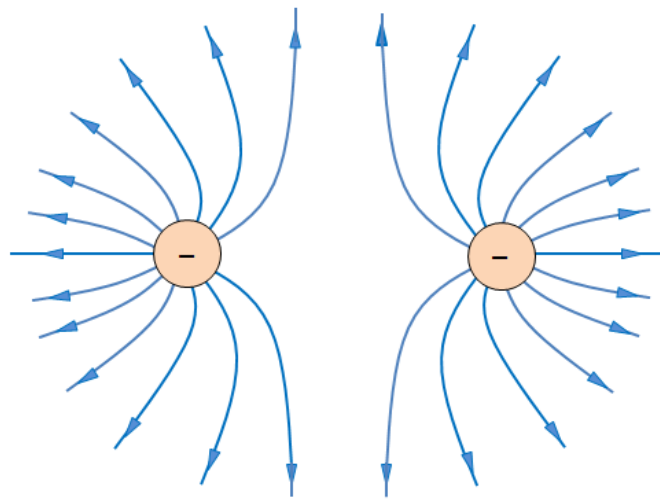


Figura 18- Para duas cargas iguais o campo elétrico é de repulsão. [7] [12]

## 2.7 PODER DAS PONTAS

Nos condutores carregados as cargas elétricas se distribuem pela sua superfície devido ao efeito da repulsão dada pela lei de Coulomb, mas se o condutor apresentar alguma irregularidade em sua superfície em forma de ponta as carga elétricas vão se acumular em maior quantidade naquelas regiões, causando um aumento da densidade superficial de cargas, tornando o campo elétrico nas regiões pontiagudas mais intensas, quando o valor do campo elétrico atingir valores elevados a constante dielétrica do ar pode ser rompida e o ar tornar-se

condutor de eletricidade. O valor máximo do campo elétrico que uma substância isolante pode suportar é chamado de rigidez dielétrica. Para o ar esse valor é de  $3 \cdot 10^6 \text{ N/C}$ . [12]

O poder das pontas tem aplicação nos para raios, pois estes são constituídos de pontas metálicas colocadas em lugares bastante altos, geralmente sobre os edifícios e ligados a Terra através de um cabo condutor. Devido ao efeito “ponta” uma grande quantidade de cargas se acumulam na região das pontas elevando o campo elétrico e ionizando o ar em suas proximidades, quando a nuvem passa perto do para raios ela sofre uma descarga elétrica que é conduzida até a Terra por meio de um aterramento. A figura abaixo representa um condutor carregado com cargas positivas, entretanto a distribuição dessas cargas não é uniforme como podemos ver. Na região de maior ponta há uma concentração maior de cargas e nas regiões mais planas as cargas se distribuem mais uniformes, de modo que o campo é mais intenso nas regiões mais pontiagudas. Com o aumento da carga a intensidade do campo elétrico em torno do condutor também aumenta, mas na região de maior ponta a rigidez dielétrica do ar será rompida antes que nas demais regiões do condutor e o condutor perde sua carga através da ponta. [12] [16]

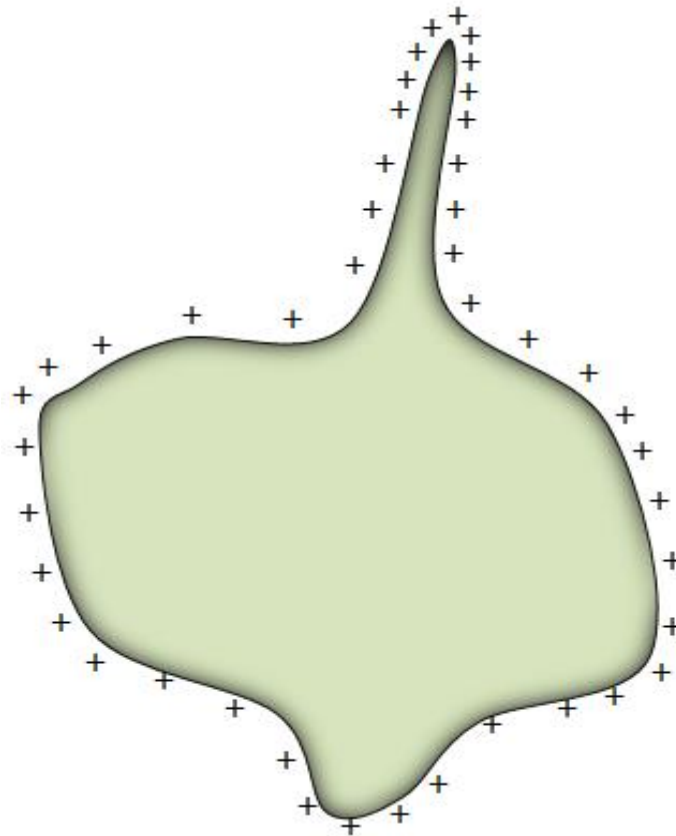


Figura 19- Superfície condutora pontiaguda carregada com cargas positivas. [12]

### 3. METODOLOGIA

Na realização desse trabalho foram utilizadas as técnicas de observação direta extensiva (questionário) e apresentação experimental, com experimentos sobre eletrostática, abordando os assuntos relacionados com a eletrização de corpos, formação de linhas de forças, formação de raios (poder das pontas).

O primeiro passo foi construir um gerador rudimentar (gerador de Van de Graaff) usando alguns materiais de sucata e outros novos, adquiridos em autopeças e lojas de materiais de construções.

No primeiro momento construiu-se um gerador de Van de Graaff, usado um cano de PVC 100 mm para fazer a coluna do gerador. Nesse modelo os roletes ficavam acoplados internamente sendo fixados nas paredes do cano mediante uso de mancais, todos confeccionados com canos. A Figura 20 representa o primeiro gerador construído com a coluna cilíndrica, já as Figuras 21, 22 e 23 representam respectivamente a coluna cilíndrica, os mancais com os rolamentos ao lado e os mancais prontos para serem instalados na coluna do gerador.



Figura 20- Primeiro gerador construído com a coluna cilíndrica. [Autoria própria]



Figura 21- Coluna cilíndrica demonstrando a posição dos furos. [Autoria própria]



Figura 22- Mancais sem os rolamentos. [Autoria própria]





Figura 23- Mancais com os rolamentos e os parafusos. [Autoria própria]

Esse modelo não foi viável, pois além da dificuldade para montar o aparato instrumental quando o motor era acionado a correia costumava sair dos roletes, e não era fácil recolocá-la. Porém após várias tentativas sentiu-se a necessidade de construir uma coluna achatada que facilitasse principalmente a instalação dos roletes, dessa forma os roletes não mais ficariam no interior do cano de PVC, como havia sido planejado, mas externamente. Para esse modelo construiu-se estirantes para balancear os roletes e evitar que a correia ficasse caindo e o uso de mancais não foi mais necessário uma vez que os rolamentos foram instalados dentro do próprio rolete. A figura 24 é um esquema simplificado do aparato instrumental, enquanto que a figura 25 representa o gerador de Van de Graaff, construído com a coluna achatada.

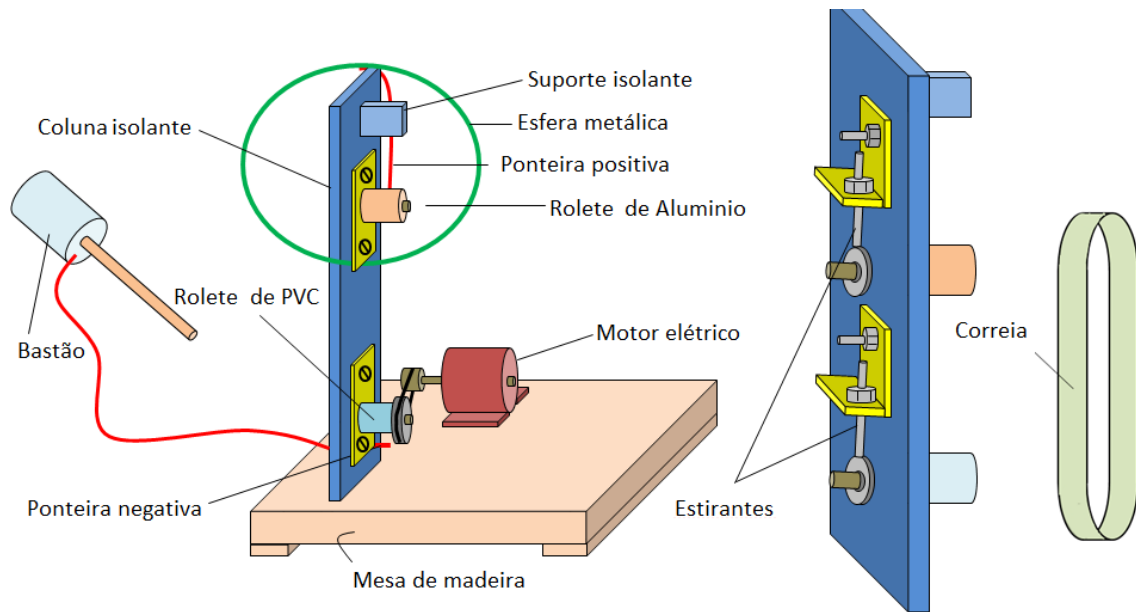


Figura 24- Esquema ilustrativo do gerador usado no experimento. [Autoria própria]



Figura 25- Aparato instrumental. [Autoria própria]

O gerador possui uma altura de aproximadamente 70 cm, uma cúpula de aproximadamente 29 cm de diâmetro, dois roletes de PVC com raios de aproximadamente 1,7 cm, sendo que o rolete superior é encapado com uma lâmina de alumínio, uma correia para atrito e transporte de cargas com aproximadamente 104 cm de comprimento e 4,0 cm de

largura, feita com lona de toldo e um bastão com aproximadamente 27 cm, confeccionado com uma latinha de cerveja e um cabo de vassoura.

O trabalho foi realizado na Escola Estadual 13 de Maio na cidade de Deodópolis – MS, com os alunos do 3º ano do ensino médio noturno.

No primeiro momento foi aplicado um pré-teste que consta de um questionário, (em anexo) composto de 10 questões relacionadas com os conteúdos de eletrostática, cuja finalidade averiguar o conhecimento que os alunos tinham adquiridos com a aula teórica proferida pelo Professor. Após a aplicação do pré-teste foi realizada uma aula experimental com a apresentação de experimentos de eletrostática, através do gerador eletrostático construído de forma rudimentar. Na aula seguinte a realização dos experimentos aplicou-se um segundo teste (pós-teste), a fim de observar se houve uma melhora no conhecimento dos alunos sobre eletrostática.

### **3.1 PRIMEIRO EXPERIMENTO: CAMPO ELÉTRICO**

O primeiro experimento a ser realizado foi uma demonstração do campo elétrico, usando sementes de grama esmeralda, Figura 27. Inicialmente montou-se o aparato experimental (gerador de Van de Graaff), conectando em seus terminais, (terminal superior polo positivo e terminal inferior polo negativo) através de fios duas esferas de vidro encapadas com papel alumínio, Figura 26 (para fixar os fios e as esferas foi usada fita isolante). As duas esferas foram colocadas dentro de uma tigela contendo óleo de soja e sementes de grama esmeralda, para depois iniciar o processo de carga do gerador e conseqüentemente a formação de linhas de campo através do alinhamento das sementes.



Figura 26- a) Esferas de vidro antes de serem encapadas. [Autoria própria]



Figura 26- b) Esferas de vidro após serem encapadas com papel alumínio.  
[Autoria própria]



Figura 27- Experimento das linhas de campo elétrico. [Autoria própria]

### **3.2 SEGUNDO EXPERIMENTO: DEMONSTRAÇÃO DO PODER DAS PONTAS USANDO O ELETROSCÓPIO DE LINHAS**

Na demonstração do poder das pontas, Figura 28, utilizou-se o mesmo aparato instrumental, apenas foram retiradas as esferas e conectado o bastão (aterramento do gerador), em seguida um eletroscópio feito de linhas de costura foi colocado na parte superior do gerador e o motor do gerador foi ligado, à medida que as cargas iam se armazenando na cúpula do gerador observou-se uma intensa repulsão entre as linhas. Explicou-se aos alunos que as linhas forma pontas na cúpula do gerador e que as pontas têm o poder de acumular uma maior quantidade de cargas, devido a este acúmulo aparece um campo elétrico que faz com que as linhas se afastem umas das outras, também foi explicado que esse mesmo campo elétrico é responsável pela ionização do ar proporcionando descargas elétricas que comumente chamamos de raios, tal fenômeno ficou bem mais evidenciado quando se aproximava o bastão da esfera maior e iniciava o processo de descarga acompanhado de uma emissão de luz com um pequeno estalo característico de um trovão, como podemos ver na Figura 29.



Figura 28- Demonstração do eletroscópio de linhas. [Autoria própria]



Figura 29- Demonstração de raios. [Autoria própria]

## 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

### 4.1 PRÉ-TESTE

Como já mencionado anteriormente o pré-teste consta de um questionário de 10 questões, (Anexo A) com o objetivo de testar o conhecimento dos alunos, antes da apresentação dos experimentos. A Tabela 1 e a Figura 30 mostram os resultados obtidos no pré-teste.

Tabela 1. Dados obtidos com o pré-teste.

Perguntas	Nº de acertos	Porcentagem de acertos
1	3	27,28 %
2	4	36,37 %
3	3	27,28 %
4	2	18,19%
5	3	27,28%
6	2	18,19%
7	4	36,37%
8	3	27,28%
9	4	36,37%
10	5	45,46 %



Figura 30- Porcentagem de acertos em cada questão do pré-teste.

Observando a Tabela 1 e Figura 30, podemos concluir que os alunos não tinham um conhecimento adequado sobre eletrostática.

#### 4.2 APLICAÇÕES DOS EXPERIMENTOS

Com a participação dos alunos e fazendo uso de um gerador de Van de Graaff foram realizados os experimentos de linhas de campo elétrico e poder das pontas.

#### 4.3 PÓS-TESTE

Na aula seguinte a realização dos experimentos aplicou-se o pós-teste, cujos dados estão descritos na Tabela 2 e representados em um gráfico na Figura 31.

Tabela 2. Dados obtidos com o pós-teste.

Perguntas	Nº de acertos	Porcentagem de acertos
1	4	36,37 %
2	7	63,64 %
3	4	36,37%
4	8	72,73%
5	6	54,55 %
6	4	36,37 %
7	8	72,73 %
8	4	36,37 %
9	9	81,82 %
10	7	63,64 %



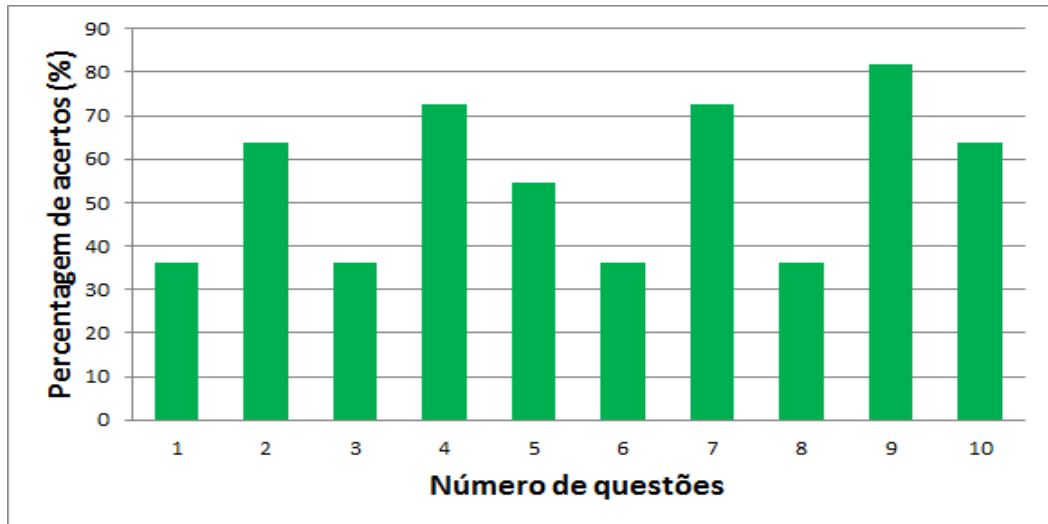


Figura 31- Porcentagem de acertos em cada questão do pós-teste.

Com relação aos dados obtidos no pós-teste podemos observar que os alunos apresentaram um desempenho melhor, pois houve um aumento percentual considerável em relação ao número de acertos do pré-teste para o pós-teste em todos os itens do questionário.

A Figura 32 traz uma comparação entre os resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste.

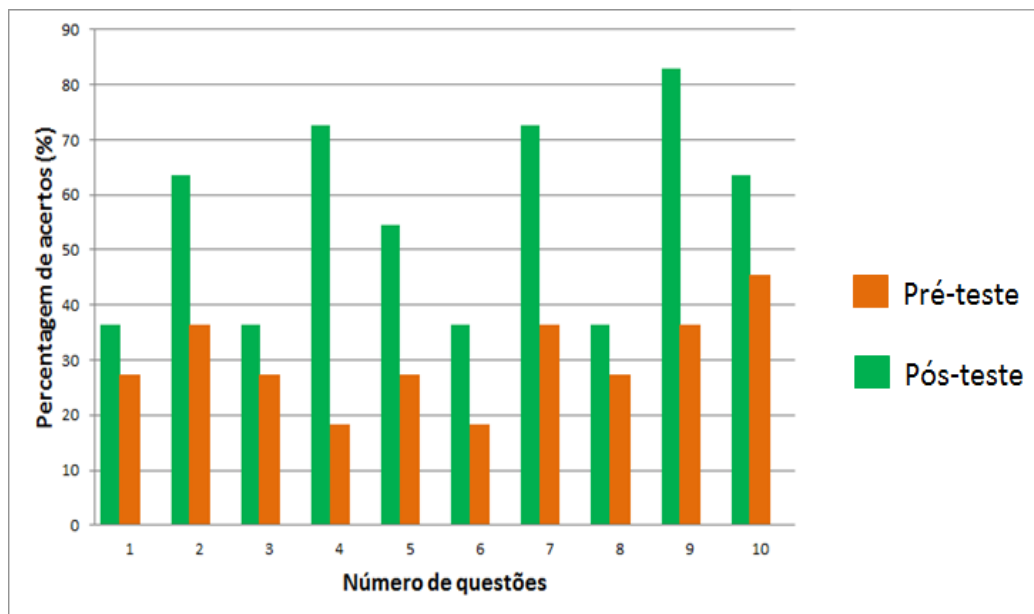


Figura 32- Porcentagem de acertos em cada questão do pré-teste e do pós-teste.

Na Figura 32 é possível observar que os alunos tiveram um grande progresso, pois melhoraram a aprendizagem em todos os itens, portanto o uso de experimentos auxilia na compreensão dos fenômenos físicos e no processo ensino aprendizagem dos alunos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os educadores o uso de instrumentos que auxiliem no processo ensino aprendizagem dos alunos é considerado de fundamental importância, principalmente no ensino de Física, onde os conteúdos abordados torna difícil a compreensão somente com o uso de aulas teóricas. Apesar de existir um grande número de instrumentos com capacidade para demonstrar, com elevada precisão a maioria dos fenômenos físicos existentes, os professores ainda se sentem muito distantes de um laboratório onde possa trabalhar de maneira satisfatória, e alguns fatores são relevantes, tais como: o custo dos aparelhos dificultando o seu acesso; a dificuldade dos professores em operar esses equipamentos comprometendo a compreensão dos fenômenos e dificultando a aprendizagem dos alunos, tais dificuldades deveriam ser sanadas com treinamentos, mas na maioria das vezes não ocorrem. O presente trabalho demonstra que é possível reproduzir muitos fenômenos físicos com instrumentos simples do dia-a-dia, tornando o custo bastante baixo, sendo acessíveis tanto aos professores quanto aos alunos, além de estimular o conhecimento e a criatividade de professores e alunos.

[19]

Já com os dados obtidos no pré-teste e no pós-teste pode-se concluir que por mais que o professor se esforce em apresentar os conteúdos, ainda assim os alunos não conseguem fazer um bom relacionamento dos conceitos aprendidos com a realidade do dia a dia. Portanto o uso de experimentos ainda que de forma bastante simples é indispensável para que os alunos tenham um bom entendimento e um bom desempenho dos assuntos abordados.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, V. C; STACHAK. M. A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em física: “eletricidade”. In: XVI Simpósio nacional de ensino de física. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0219-3.pdf>. Acesso em: 25 de Maio de 2015.
- [2] CRUZ; C. S. DE A. et al. Aplicação da física experimental em escolas públicas do brejo paraibano. Disponível em:  
[http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex\\_xienid/xi\\_enid/prolicen/ANAIS/Area4/4CFTDCBSPLIC01.pdf](http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_xienid/xi_enid/prolicen/ANAIS/Area4/4CFTDCBSPLIC01.pdf). Acesso em: 25 de Maio. de 2015.
- [3] OLIVEIRA, S. P. Aplicação de experimentos de física no ensino médio. Disponível em: <http://www.fisicajp.net/tccs/2008/tccsidnei.pdf>. Acesso em: 25 de Maio de 2015.
- [4] SALES; D. M. R DE; SILVA; F. P DA. Uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de ciências. Disponível em:  
[http://www.pe.senac.br/ascom/faculdade/Anais\\_EncPesqExt/IV/anais/poster/017\\_2010\\_poster.pdf](http://www.pe.senac.br/ascom/faculdade/Anais_EncPesqExt/IV/anais/poster/017_2010_poster.pdf). Acesso em: 25 Maio. de 2015.
- [5] Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga. Curso se Física. Vol. 3. 3º Edição 1994. Vila Mariana SP. Editora Harbra Ltda. 489 p.
- [6] SEARS. ZEMANSKY. YOUNG: Física Eletricidade e Magnetismo. Vol. 3. 2º Edição. Rio de Janeiro. LTC. 1984. 771 p.
- [7] HALLIDAY.; RESNICK: Fundamentos de Física, Eletromagnetismo. Vol. 3. 8º Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 395 p.
- [8] PAUL G. HEWITT: Física Conceitual. 11º Edição. Porto Alegre: Bookman, 2011. 768 p.
- [9] RAMALHO. NICOLAU. TOLEDO: Os Fundamentos da Física, Eletricidade. Vol. 3. 7º Edição. São Paulo: Moderna, 1999. 480 p.
- [10] TIPLER, P. A. Física: Eletricidade e Magnetismo, Óptica. Vol. 2. 4ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 476 p.
- [11] SAMPAIO. J. L.; CALÇADA. C. S. Universo da Física 3: Ondulatória ,Eletromagnetismo e Física Moderna. 2ª Edição. São Paulo: Atual Editora. 2005. 500 p.
- [12] Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga. Curso se Física. Vol. 3. 1º Edição. São Paulo. Scipione. 2012. 448p.
- [13] Paraná. Física eletricidade. Vol.3. 3º Edição. São Paulo: Ática. 1998. 431 p.
- [14] Física Paraná. Série Novo Ensino Médio. Volume único. 6º Edição. 3º Impressão. São Paulo: Ática, 2003. 400 p.

- [15] Carlos. Kazuhito. Fuke. Os Alicerces da Física. Eletricidade. Vol. 3. 12º Edição 1999. 3º tiragem 2002. São Paulo: Saraiva. 383 p.
- [16] Luiz Antônio de O. Nunes. Alessandra Riposati Arantes. Física em Casa. Universidade de São Paulo. Instituto de Física de São Carlos. 68 p.
- [17] Gualter. Newton. Helou. Tópicos de Física. Eletricidade. Vol. 3. 13º Edição 1997. Barra funda SP. Saraiva. 239 p.
- [18] SANTOS. J. F; CASTILHO. W. S. O laboratório de física nas escolas públicas de ensino médio de palmas – Tocantins. Disponível em: <http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/14-O-LABORAT%C3%93RIO-DE.pdf>. Acesso em: 4 de Set. de 2015.

## ANEXO A - QUESTIONÁRIO

### A INFLUÊNCIA DOS EXPERIMENTOS DE ELETROSTÁTICA NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM, NAS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO.

#### Instrumento de Pesquisa

O instrumento em questão tem como objetivo, a busca e o entendimento de conceitos já adquiridos pelos alunos do ensino médio. E por meio deste compreender a importância de aulas experimentais para ensino médio.

Dados de identificação.

Gênero: a ( ) masculino; b ( ) feminino

Marque com um “X” todas as questões certas.

#### **01 Assinale a alternativa em que todos os materiais são condutores de eletricidade:**

- 1( ) Vidro, cobre, ferro, alumínio, borracha;
- 2( ) Ferro, cobre, alumínio, ouro, porcelana
- 3( ) Ouro, cobre, alumínio, ferro, chumbo;
- 4( ) Borracha, grafite, porcelana, mica, chumbo;

#### **02 Por meio de quais processos podemos eletrizar um corpo?**

- 1 ( ) Somente por atrito e contato;
- 2 ( ) Por atrito, contato e indução;
- 3 ( ) Somente por indução e atrito;
- 4 ( ) Somente por indução e contato.

#### **03 Podemos dizer que um corpo está eletrizado quando?**

- 1 ( ) Apresenta cargas elétricas positivas e negativas na mesma quantidade;
- 2 ( ) Só apresenta excesso de cargas positivas sem nenhuma carga negativa;
- 3 ( ) Só apresenta excesso de cargas negativas, mas não tem nenhuma carga positiva;
- 4 ( ) Apesar de apresentar as duas cargas ao mesmo tempo, um pequeno desequilíbrio de uma das cargas em sua superfície é que caracteriza se o corpo esta ou não eletrizado.

**04 Ao carregar o gerador de Van de Graaff e aproximar o bastão da cúpula notamos uma descarga elétrica seguida de emissão de luz e acompanhada de um pequeno estalo. Este fenômeno é semelhante a um fenômeno que ocorre na natureza, chamado:**

- 1( ) Trovão;
- 2( ) Raios;
- 3( ) Tempestade;
- 4( ) N.d.a.

**05 Com base na demonstração de linhas de campo elétrico usando o gerador de Van de Graaff e a cuba de óleo de soja com sementinhas de grama. O que acontecera se os dois terminais do gerador apresentasse cargas de mesmo sinal?**

- 1( ) O efeito dos campos será neutralizados em virtude das cargas serem iguais;
- 2( ) Os campos sempre se atraem e a sementinha se posicionara de acordo com o campo;
- 3( ) Os campos será de repulsão e as sementinhas se alinhara de acordo com o campo;
- 4( ) Haverá atração e os campos se repelira de modo que as sementes não se alinhara.

**06 Colocando sobre o gerador de Van de Graaff uma pequena haste com linhas de costura e carregando o gerador, verificamos que as linhas em um curto espaço de tempo ficam afastadas umas das outras o máximo possível. Isso ocorre por quê?**

- 1( ) O campo elétrico produzido pela cúpula do gerador é muito intenso;
- 2( ) Estando as linhas em contato com o gerador as cargas tendem a se mover para as regiões mais pontiagudas e como todas as linhas estão carregadas com cargas de mesmo sinal se repelem;
- 3( ) A haste esta em contato com o gerador, mas não tem nada a ver com repulsão das cargas;
- 4( ) N. d. a

**07 Em um dia de tempestade podemos ter a formação de raios. Esse fenômeno ocorre por quê?**

- 1( ) Uma nuvem eletrizada induz uma carga de sinal oposto na Terra ou em outra nuvem vizinha gerando um intenso campo elétrico na região entre as cargas, propiciando assim uma descarga elétrica;

2 ( ) Quando a nuvem se encontra próxima da superfície da Terra ela recebe cargas elétricas fornecida pelo campo elétrico da Terra elevando o seu potencial causando assim uma descarga elétrica;

3 ( ) Quando uma nuvem eletrizada consegue induzir uma carga de sinal oposto na Terra a descarga elétrica ocorre mesmo sem a presença do campo elétrico em meio as regiões nuvem e terra;

4 ( ) Porque sendo a Terra um condutor infinito ela consegue suportar todo o excesso de cargas que lhe é fornecida.

**08 Estando o gerador de Van de Graaff eletrizado, ao desligar o motor notamos que após certo tempo o gerador não está mais eletrizado. Isso ocorre por quê?**

1 ( ) É natural do gerador se descarregar pois a base sobre a qual ele esta montado não é perfeitamente isolante;

2( ) Apesar de o ar presente no ambiente não ser condutor de eletricidade, mas como o potencial do gerador é muito alto, isso faz com que os elétrons seja transportado pelo ar;

3 ( ) O gerador se descarrega imediatamente a interrupção do funcionamento do motor, pois é desligada a energia;

4( ) O gerador não se descarrega por nenhum dos efeitos acima.

**09 Das alternativas abaixo qual representa o uso do poder das pontas?**

1 ( ) Antenas de radio;

2 ( ) Para-raios;

3 ( ) Aparelhos de controle remoto;

4( ) N.d.a

**10 Com base no principio da atração e repulsão entre objetos carregados, ocorre repulsão somente quando?**

1 ( ) As cargas são de mesmo sinal;

2 ( ) As cargas são de sinais diferentes, desde que uma das partículas tem carga maior que a outra;

3 ( ) As cargas são de sinais opostos;

4 ( ) independente do módulo da carga haverá repulsão.