

Aluno: Wyllerson Evaristo Gomes RA: 017607  
Professor Orientador: David Mendes Soares \*

# CONSTRUÇÃO DE UM LEVITADOR ELÉTRICO

(construção de pipa que voa sem vento)

Relatório Final para Apresentação de Experimento  
Disciplina F-809: “Instrumentação para Ensino”  
Coordenador da Disciplina :Prof. José Joaquin Lunazzi



Wyllerson e David (e Arthur)

\*Departamento de Física Aplicada  
Instituto de Física Gleb Wataghin  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
19 de junho de 2006 - Primeiro semestre de 2006

## SUMÁRIO

1 Resumo .....	11-2
2 Introdução .....	11-3
3 Desenvolvimento do projeto .....	11-3
3.1 Princípio de Funcionamento do Levitador Elétrico: ionização de gases e propulsão.....	11-3
3.2 Construção do sistema (aparato + fonte de tensão) .....	11-4
3.3 Testes .....	11-6
3.4 Resultados e modificações .....	11-6
3.5 Conclusões e comentários sobre o projeto .....	11-10
4 Comentários feitos pelo coordenador.....	11-11
5 Referências .....	11-14

## 1 RESUMO

O trabalho consiste na construção de um levitador elétrico utilizando materiais corriqueiros (varetas de bambu, fios de cobre e folhas de papel alumínio). O aspecto final é semelhante ao de uma pipa comum, com o diferencial que não necessita de vento para voar. O projeto é dividido em duas etapas: confecção do aparato voador e adaptação de uma fonte de alta tensão a partir de um monitor de computador. Ambas as etapas foram completadas e o efeito de propulsão pode ser perfeitamente percebido, no entanto o aparelho não conseguiu levitar satisfatoriamente.

## 2 INTRODUÇÃO

O que se propôs neste projeto foi realizar uma demonstração de um experimento já existente que utiliza tensões elevadas para levitar um dispositivo construído com materiais corriqueiros (folhas de papel alumínio, varetas de madeira e um fino fio de cobre) que se assemelha a uma pipa.

O trabalho procura instigar os alunos do ensino médio a se perguntarem o porquê de uma pipa conseguir levitar sem vento, impulsionada apenas por dois fios conectados a uma fonte de alta tensão, sem utilizar um “motor” convencional, ou hélices, ou outros dispositivos capazes de gerar visivelmente um fluxo de ar em torno do aparelho.

A investigação culminará em descobrir a importância do efeito de ionização causado pela eletricidade, que é o responsável pela “levitação” da pipa. Através da ionização de moléculas de ar, (captura de elétrons no anodo), um fluxo de cátions se origina e é capturado no catodo, impulsionando o aparelho para cima [2].

A preocupação com a periculosidade da alta tensão ficará evidente nos espectadores depois de verem o experimento, pois perceberão a campânula envoltória feita em acrílico (transparente), concluindo que sem ela acidentes realmente podem ocorrer.

O trabalho já foi apresentado em diversos países, inclusive no Brasil, como consta na referência [1].

## 3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

### 3.1 Princípio de Funcionamento do Levitador Elétrico: ionização de gases e propulsão

A ionização de moléculas inertes ocorre quando se adiciona energia suficiente para que elétrons possam ser arrancados das camadas atômicas, produzindo cátions e elétrons. Essa energia pode ser térmica, luminosa (absorção fotoelétrica), elétrica (a aplicação de um campo elétrico em uma molécula induz a polarização da mesma, quando a magnitude deste campo é muito alta, é capaz de ionizá-la), etc.

O aparato que foi construído constitui-se de uma grande área de papel alumínio atuando como catodo (conectado a um fio terra) e de um fio de cobre bem fino funcionando como anodo (conectado ao terminal positivo), separados por uma distância relativamente grande (alguns centímetros), formando uma espécie de capacitor assimétrico.

Quando se estabelece uma diferença de potencial da ordem de alguns milhares de volts entre as partes do aparato, o campo elétrico resultante faz com que ocorra a ionização das moléculas dos gases constituintes do ar nas proximidades do anodo (carregado positivamente). Os elétrons são capturados pelo fio, e a remanescente quantidade de cátions tende a seguir as linhas de campo em direção ao catodo (potencial mais baixo), gerando um fluxo contínuo na direção anodo-catodo. Este fluxo contínuo atua como propulsor do aparato.

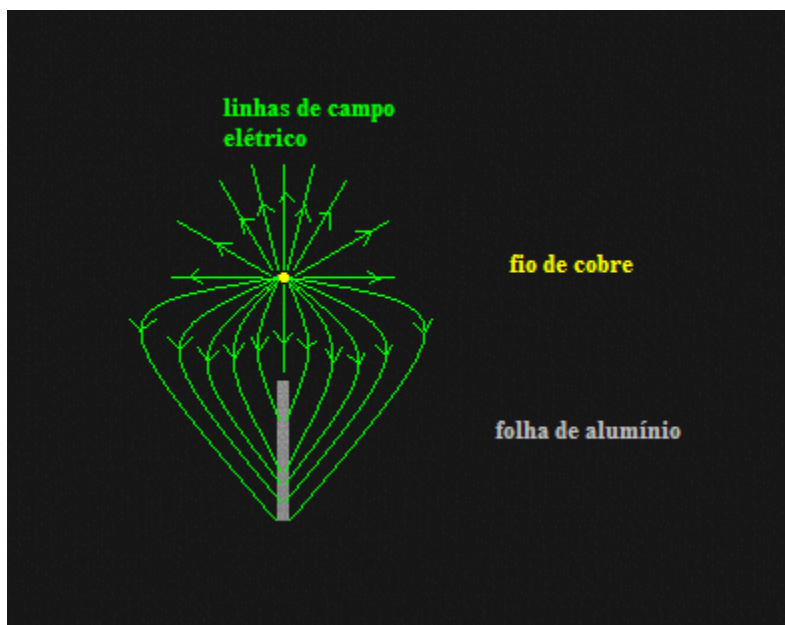


Fig.01 – linhas de campo elétrico entre o fio de cobre (anodo, positivo) e a folha de alumínio (catodo, negativo)

### 3.2 Construção do sistema (aparato + fonte de tensão)

Todo o sistema foi construído utilizando a mesma técnica e os mesmos materiais da referência, exceto a adaptação das varetas de madeira pelo bambu, que é mais comum na confecção de pipas.

A fonte de alta tensão foi construída com material específico para alta tensão (cabos próprios e conexões feitas com cola de silicone, envoltas com capa isolante de borracha), tudo sob rígido controle de segurança e supervisionado por profissional especializado em alta tensão.

Uma campânula de acrílico foi providenciada para envolver todo o sistema (fonte + aparato), para evitar em apresentações qualquer possibilidade de acidentes com alta tensão.

Na prática, o trabalho foi dividido em duas etapas:

- a) Construção da nave: dispositivo feito com madeira, fio de cobre e tiras de papel alumínio;
- b) Adaptação uma fonte de tensão capaz de estabelecer uma diferença de potencial de algumas dezenas de kiloVolts.

A primeira etapa foi realizada conforme projeto sugerido por J. L. Naudin [1]. Os passos seguidos são os seguintes:

i) Confeção das varetas de madeira a partir de um gomo da planta bambu, utilizando uma faca ou estilete. Deve-se manusear a faca ou estilete com bastante cuidado para se evitar acidentes. São necessárias 6 varetas medindo 20cm de comprimento por 2mm de largura e 3 varetas de 7,5 cm de comprimento por 2,0 mm de largura e 3 pedaços com 3,0 cm de comprimento por 2,0 mm de largura.

ii) Construção da estrutura de madeira, conforme a descrição abaixo, utilizando cola a base de éster de cianoacrilato (tipo “bonder”).(fig.ç)

iii) Colagem do revestimento de papel alumínio na parte lateral inferior da estrutura.

iv) Enrolamento do fio de cobre (diâmetro de 0,32mm) em torno das extremidades superiores (vértices) da estrutura;

v) Ligação de um fio terra na parte revestida de alumínio (um pedaço do mesmo fio de cobre utilizado em iv);

vi) Fixação de pedaços de madeira de aproximadamente 3 cm de comprimento na base, para servir de trem de pouso do aparato.

Esquemáticamente:

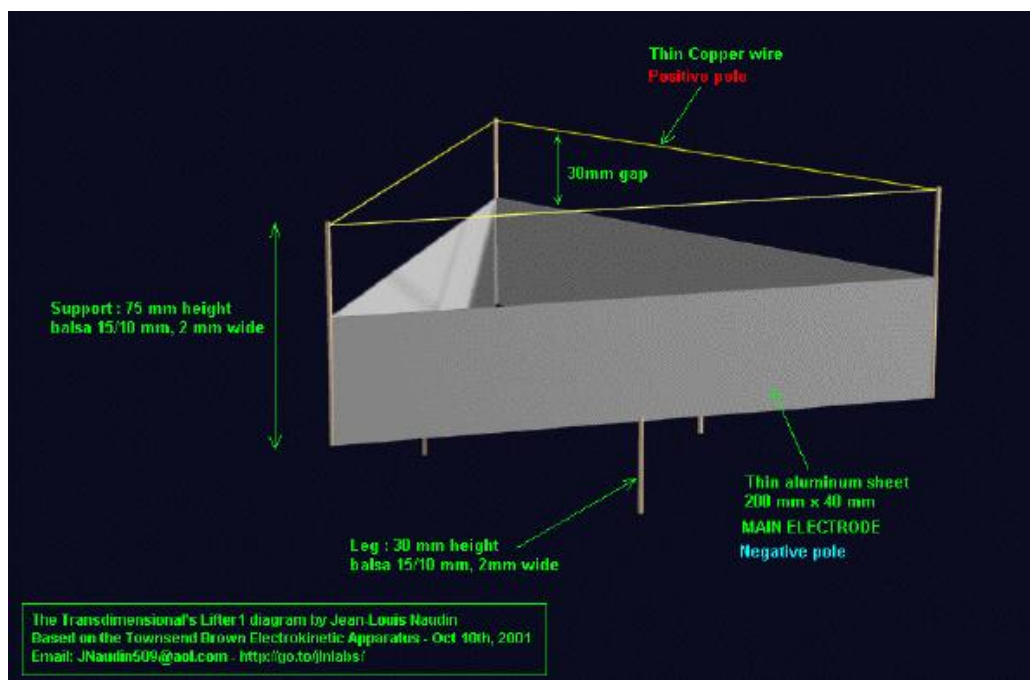


Figura 02 – Dimensões do aparato levitador

Para a segunda etapa fios de bobina de automóvel foram conectados à saída do flyback de um monitor de microcomputador. (fig.03)



Fig.03 – Locais para conexão de cabos no micro. A seta vermelha indica o anodo e a verde o catodo.

Os fios de bobina são especiais para tensões elevadas, não representando uma ameaça aos espectadores ou ao experimentador. As conexões entre os fios, no entanto, são dignas de especial atenção: são pontos potencialmente problemáticos para vazamento de energia. Um isolamento a base de cola de silicone é sugerido nas conexões, por sua eficácia como isolante.

### 3.3 Testes

Para a realização do teste foram tomadas algumas precauções:

- contou-se com a presença de pessoal especializado em alta tensão;
- uma base isolante foi colocada no chão para evitar acidentes;
- a fonte foi ativada à distância, com auxílio de extensão com fusível.
- ao final de cada tentativa, uma chave de fenda com cabo de material isolante foi utilizada para aterrar o sistema, sendo colocada primeiramente em contato com o fio terra e em seguida com o fio positivo ou quente (anodo);
- seguindo as regulamentações de segurança, toda vez que se intervém na montagem, a mão esquerda ficava colocada para trás do corpo, e se utiliza apenas a mão direita.

### 3.4 Resultados e modificações

Quando o monitor foi ligado nos testes iniciais, pôde-se perceber que havia eletrização de todo o sistema fonte + aparato, através dos ruídos e das faíscas que se estabeleceram entre o fio de cobre e o papel alumínio<sup>1</sup>.

Não houve qualquer indício de movimentação do aparato. Problemas e propostas de correção foram aparecendo, dentre as quais podemos citar:

i) As faíscas são indícios de passagem de corrente elevada. Para se reduzir a corrente, acopla-se uma associação de resistores em série ao anodo (aproximadamente 10 MegaOhms, resultando em uma corrente de miliAmpères) (cf. fig. 04).



Fig.04 – Associação de resistores em série recobertos por uma mangueira

ii) As varetas de madeira que sustentam o fio de cobre começaram a se aquecer e a fumejar, atuando como condutores. Instalamos em seu lugar hastes de plástico, que pensamos serem mais isolantes, por não absorverem umidade do ar. (Fig.05)

---

<sup>1</sup>Positivamente, depois dos primeiros testes confirmamos que o sistema de alimentação e transmissão de energia ao sistema funcionava adequadamente, pois parte do aparato foi aquecido em decorrência do efeito Joule e houve faíscas. Uma revisão no sistema de transmissão e conexão dos fios foi refeita e nenhum problema de fugas foi verificado.



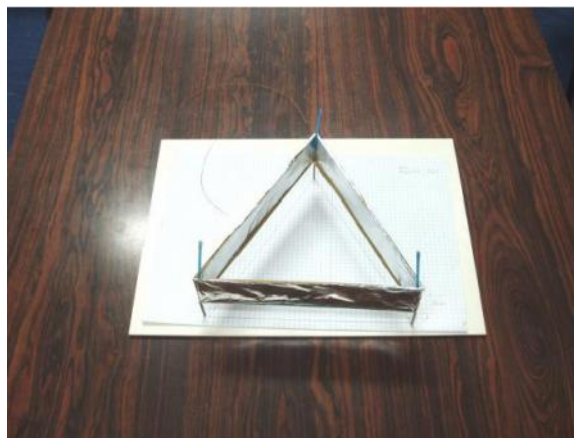


Fig.05 – Substituição das varetas por plástico

iii) O fio de cobre se rompeu (a primeira tentativa foi com fio de diâmetro de 0,064mm, muito fino), de modo que foi substituído por um fio com diâmetro maior (0,32mm).

Realizados os testes com o aparato modificado com as hastes plásticas, não obtivemos êxito. O pigmento ou mesmo o plástico contém impurezas condutoras.

Mesmo com as demais alterações mencionadas, o aparato não levitou. Apenas percebe-se a ionização durante instantes iniciais, depois o que se segue é completa inatividade.

Depois tentamos minimizar o peso do aparato, tornando as varetas mais finas, tirando as três que compõem o arco superior abaixo do fio, e não deu certo também, piorando a estabilidade mecânica do mesmo.

Depois de outras tentativas e de rever a motivação do projeto, chegamos à seguinte montagem definitiva do aparato:



Fig 06. Sistema final montado, dentro da campânula de acrílico

Este foi construído com as varetas de bambu (foi com este material que nos propomos a construir o aparato inicialmente, por ser comum), com o fio de cobre mais fino (adicionou-se mais resistores em série, permitindo que a corrente fosse bastante reduzida, melhorando a performance da levitação) e com as folhas de alumínio.

Ainda assim o aparato não levitou: o que se conseguiu não foi o mesmo efeito verificado nas referências, que é a levitação evidente do aparato, mas sim uma tímida propulsão que, apesar de não ser suficiente para levantar os 7,0 gramas que pesam o aparato, é suficiente para deslocá-lo de uma situação de equilíbrio pendular, permitindo a apresentação do efeito de propulsão ao público.

As causas foram determinadas:

- i) As varetas de bambu atuam como condutores para a diferença de potencial aplicado (cerca de 30 kV);
- ii) Umidade do ar prejudica a levitação, pois faz com que ocorram arcos diretamente entre o fio de cobre e as tiras de papel alumínio que revestem a estrutura de madeira e também comprometem mais ainda o desempenho das varetas de bambu;
- iii) A fonte de alta tensão funciona durante pouco tempo (alguns poucos segundos), pois foi adaptada de um monitor que desliga automaticamente

assim que percebe que está sendo descarregado o tubo de imagem, como procedimento de segurança.

Finalmente, aproveitamos uma redoma de acrílico que já estava construída no laboratório para proteger as pessoas que estão próximas da exibição do contato direto com os fios ou com o aparato eletrificado.

### 3.5 Conclusões e comentários sobre o projeto

O projeto pode ser apresentado, mesmo que não tenha obtido o mesmo sucesso que pretendíamos, é possível verificar um esboço de propulsão provocado pela ionização do ar ao redor do anodo.

Quanto aos aspectos práticos, percebemos que lidar com tensões elevadas requer algum treinamento, e principalmente cuidados de isolamento (tanto por questões de segurança quanto fugas de energia).

Conforme a analogia proposta em [3], sistemas eletrostáticos que utilizam altas tensões são equivalentes a sistemas mecânicos que utilizam gases pressurizados: qualquer pequeno vazamento em sistema periférico faz com que a pressão caia e o sistema não funcione. Do mesmo modo, qualquer pequena faísca em alguma extremidade faz a diferença de potencial entre o cátodo e o anodo diminuir e conseqüentemente reduzir os efeitos de ionização do ar.

Para reproduzir com êxito o que é mostrado nas referência [1], devemos substituir as varetas de bambu, pois não são isolantes, retêm a umidade ambiente e podemos classificá-la como material não desejável em construções futuras.

#### 4 COMENTÁRIOS FEITOS PELO COORDENADOR

Até a última aula sobre a disciplina, o nome do projeto era:

“Construção de um levitador eletrostático”

Recebi os seguinte comentários:

4.1 – (20/03/06) Está bom, sim. É possível ter o elemento operando com eletrostática não mortal? Ou seja, ativado por uma máquina eletrostática?

Lunazzi

4.2 – (10/05/06) Sugiro que veja o relatório sobre laser de nitrogênio na página de F 809. Contate se pode aos alunos que usaram a fonte de alta tensão, ou ao orientador, que foi o Prof. Tessler. Acredito que possam ajudar porque passaram por problemas de fuga de corrente mais ou menos parecidos.

4.3 IMPORTANTE! Não existe levitação eletrostática.

Primeiro discutí o termo "eletrostático" quando a fonte fornece corrente, mas isso é secundário, acontece que ha um teorema que prova que não pode haver levitação, leia o artigo anexo e inclua o assunto, mudando o título para algo como "Quase Levitação Eletrostática".

A interação que a disciplina oferece está funcionando: foi outro professor quem advirtiu, o trabalho coletivo é melhor, não acha?

Prof. Lunazzi

## Who Was Earnshaw?

WILLIAM T. SCOTT

Department of Physics, Smith College, Northampton, Massachusetts

(Received February 13, 1959)

The originator of the theorem that stable equilibrium is impossible for a particle under inverse-square forces alone is identified as the Rev. Samuel Earnshaw (1805–1888), and the original reference is located [Trans. Cambridge Phil. Soc. 7, 97–114 (1842)].

MANY textbooks on electricity and magnetism refer to Earnshaw's theorem,<sup>1</sup> namely that a charged particle in empty space cannot remain in stable equilibrium under electrostatic forces alone, or alternatively that there can be no maximum or minimum of the potential at points free of charge density. None of these texts, however, give a reference or identify Earnshaw. When the writer started to work on his own text,<sup>2</sup> one of his students asked "Who was Earnshaw?" Failure to find an immediate answer led to a considerable search, whose successful outcome is reported below.

Maxwell, in his *Treatise*,<sup>3</sup> refers to the theorem under the name given in the foregoing, but gives no clue to the originator other than the fact, noted in the index, that his first initial was S. Nearly all more recent authors have contributed as little enlightenment as Maxwell. Examination of the indexes of roughly fifty texts, histories, etc., of both the nineteenth and twentieth centuries revealed no clue. On the other hand, the list<sup>4</sup> of all the students who ever attended Cambridge University revealed the name of the Reverend Samuel Earnshaw (1805–1888), M.A. St. Johns College 1831, author of a treatise on

statics and one on dynamics. Neither of these texts on examination contained any statements on equilibrium under inverse-square forces.

Examination of the index of *The Philosophical Magazine* for the years 1850–1875 revealed Earnshaw as a mathematical physicist of considerable skill who was primarily concerned with the velocity of sound, especially of large-amplitude sounds as in certain loud thunder-claps. Lord Rayleigh, in his *Collected Works*,<sup>5</sup> gives a dozen references to the man in question. The voluminous Royal Society catalog of all scientific works published in the nineteenth century<sup>6</sup> gives 25 references to Earnshaw up to the year 1883.

Examination of those references readily available was fruitless. The final act, like that of many good detective stories, occurred recently in the author's own office. During a search for information on another subject in the table of contents of one of the fifty-odd books mentioned above, namely, Vol. I, Part II of Thomson and Tait's *Treatise*,<sup>7</sup> a section on Earnshaw's theorem was noted. On page 50, the long-sought reference was found, although given by year of reading of the paper, not by volume and year of publication.<sup>8</sup>

This paper is in fact of considerable interest. It is entitled "On the Nature of the Molecular Forces which Regulate the Constitution of the Luminiferous Ether," but actually deals with the question of what type of central forces would allow any collection of particles to remain in equilibrium and be capable of transmitting vibrations

<sup>1</sup> L. Page and I. I. Adams, Jr., *Principles of Electricity* (D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey, 1949 or 1958), second or third edition, Sec. 10; G. P. Harnwell, *Principles of Electricity and Electromagnetism* (McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1949), second edition, p. 63; J. A. Stratton, *Electromagnetic Theory* (McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1941), p. 16; Sir J. H. Jeans, *The Mathematical Theory of Electricity and Magnetism* (Cambridge University Press, New York, 1908), p. 165; W. R. Smythe, *Static and Dynamic Electricity* (McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1950), second edition, p. 13.

<sup>2</sup> W. T. Scott, *The Physics of Electricity and Magnetism* (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959).

<sup>3</sup> J. C. Maxwell, *Treatise on Electricity and Magnetism* (Clarendon Press, Oxford, England, 1881 and 1904), article 116.

<sup>4</sup> J. A. Venn, *Alumni Cantabrigienses* (Cambridge University Press, New York, 1944), Part II, Vol. II, p. 374.

<sup>5</sup> John William Strutt, Baron Rayleigh, *Scientific Papers* (Cambridge University Press, New York, 1899 and 1920), Vols. I–VI.

<sup>6</sup> Royal Society of London, *Catalogue of Scientific Papers*, Vol. II, p. 434; Vol. VII, p. 588; Vol. IX, pp. 768–9 (London, 1868–1891).

<sup>7</sup> Sir W. Thomson and P. G. Tait, *Treatise on Natural Philosophy* (Cambridge University Press, 1879). Vol. I, Part II, Art. 495b, p. 50.

<sup>8</sup> S. Earnshaw, *Trans. Cambridge Phil Soc.* 7, 97–114 (1842), read March 18, 1839.

in any direction. The conclusion is that there must exist a repulsive force whose inverse power is greater than two, along with an attractive force of the inverse-square type. The derivation, using old-fashioned but perfectly clear notation, involves the Laplace equation.

One quotation is worthy of perpetuation (page 106):

"It is therefore certain, that the medium in which luminiferous waves are transmitted to our eyes is not constituted of such particles [acted on by purely inverse-square forces]. The coincidence of numerical results, derived from the hypothesis of a medium of such particles, with experiment, only shows that numerical results are no certain test of a theory, when limited to a few cases only."

### Physical Sciences in Our Secondary Schools

SAMUEL RALPH POWERS

*Teachers College, Columbia University, New York, New York*

(Received January 13, 1939)

This paper covers early recognition of physical sciences; two guiding objectives; development of uniform college entrance courses; trends in enrollments; textbook and laboratory manuals; methods in teaching; supporting claims for present courses; the teacher's education; suggested new developments in physical science courses and in the preparation of teachers with proper education and specialization for success in their work.

THE physical sciences were given prominent recognition in our early secondary schools. Printed records indicate that five courses—namely, physical geography, astronomy, geology, chemistry, and physics—were offered in more than half the schools during the interval of 1870–1900. At the end of this interval enrollment in astronomy and geology had declined. Physical geography, offered in 1900 as a required course in the ninth grade, has since that time been replaced, for the most part, by general science. There have been sporadic efforts to introduce advanced general science and applied science, but these efforts have not gained much recognition except in industrial or technical schools. Physical science in grades above the ninth is now taught in our comprehensive high schools as chemistry and physics.

#### GUIDING OBJECTIVES

Trends in science teaching have been guided through the past half-century by two main objectives. One may be stated briefly as for the common purposes of life—which has been interpreted in practice as science education for all. The other is for preparation for college—which has been interpreted in practice as science education for a restricted group. It has been contended

that education for the second of these purposes is at the same time education for the first, but this contention has not been well supported in practice. The support in the beginning, when courses in science were first introduced, was generally in terms of the common purpose objective.

Near the end of the nineteenth century it was observed that the sciences as they were taught in the best schools "add to the wealth of mind as well as the stock of facts, and the college must recognize them as full equivalents for other work which they have hitherto demanded to the exclusion of science." This opinion, shared by college officials generally and supported by officials in the schools, placed the preparatory function in the ascendancy where it has continued for many years.

#### NINETEENTH CENTURY OFFERINGS

Courses in science although recognized as "equivalents for other work" were by no means uniform. An examination of a sampling of descriptive matter dated 1891 to 1895 gathered from public schools revealed some similarities and many differences in courses in the same subject. Physics, for example, was commonly offered as a required course during the third year, but frequently it was given during the second year. In

Desta maneira, o que me coube fazer alterar o nome do projeto para

“Construção de um levitador elétrico”

Desta maneira, não há problema algum em se colocar uma fonte que fornece uma pequena corrente, e também não haverá desacordo com o artigo mencionado, que prova que não pode existir levitação eletrostática.

## 5 REFERÊNCIAS

[1] - <http://jnaudin.free.fr/lifters/main.htm> - Página criada por Naudin, idealizador do aparelho que será reconstruído neste trabalho.

[2] – Knoll, Glenn F. “Radiation Detection and measurement” – apresenta de forma clara conceitos de ionização de moléculas de gás em contadores Geiger-Müeller.

[3] - [http://www.feiradeciencias.com.br/sala03/03\\_07\\_seguranca.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala03/03_07_seguranca.asp) - traz importantes dicas sobre aparelhos que utilizam eletrostática, mais especificamente sobre Geradores de Van der Graaf.

[1] Como esta referência é um website, é recomendável transcreve-la para o relatório.

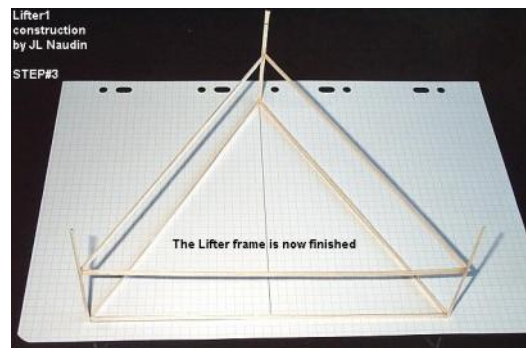
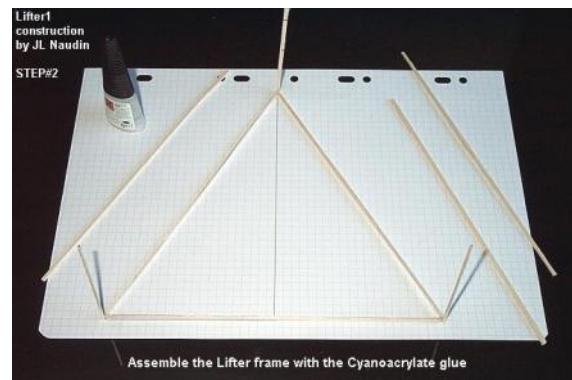
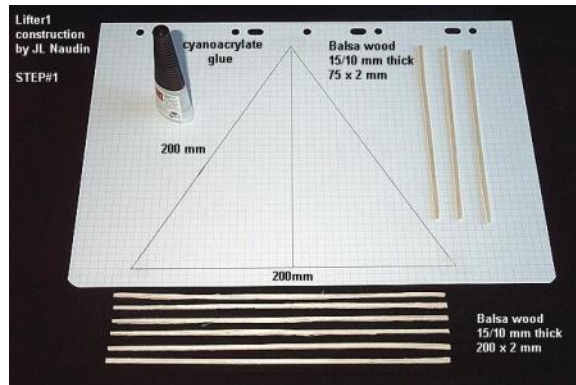
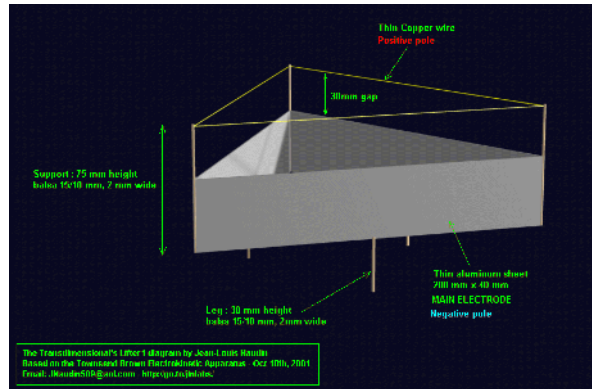


## **How to build and replicate yourself the Lifter1 Experiment**

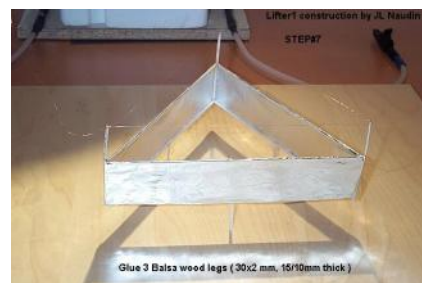
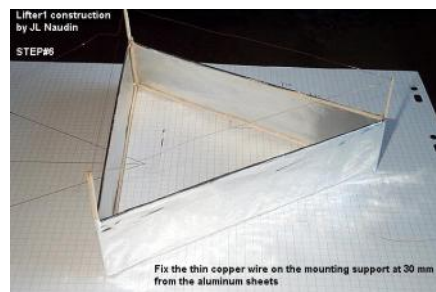
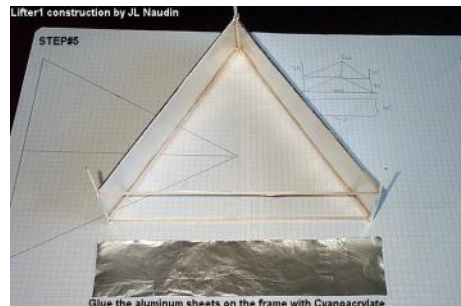
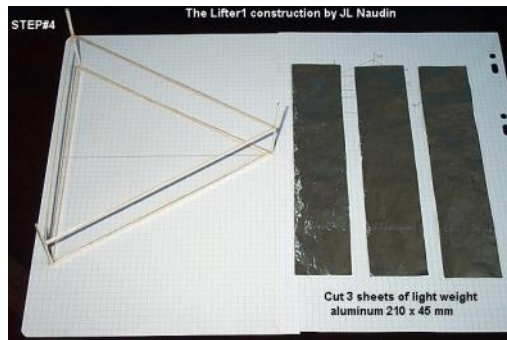
*By Jean-Louis Naudin*

*created on October 10th, 2001 - JLN Labs - Last update January 11, 2002*

**All informations in this page are published free and are intended for private/educational purposes and not for commercial applications**







Your Lifter1 is now ready for testing, you need only to connect a HV power supply which is able to give about 30-40 KV at 500uA. Th HV positive pole is connected to the thin wire and the negative pole to the aluminum sheet.

**BE CAREFUL, USE EXTREME CAUTION !!!**, this device use **High Voltage**, **ALWAYS** switch off the input and discharge the output to the ground through 10k/2W resistor **before** touch it. **These plans are not intended for the inexperienced.** User of this document should be very carefull and experienced in High-Voltage electronics to try anything out ! If you do it the risk of any results is just yours. I take no responsibility of

anything that might happen.

**Ready to Launch ? see below :**



**The Lifter1 works very well with a simple 30KV power supply ( [see the details and diagram](#) )**



**It is also possible to use the THT power supply output from an old PC Color monitor ( see the photo above )**



**The Lifter1 Experiment**



Conseils pour alimenter votre Lifter - par Claude Dupré ■ ■  
Advices for Powering a Lifter

---

 Email : [JNaudin509@aol.com](mailto:JNaudin509@aol.com)

---

Return to the [Lifters experiments](#) page

A referência [3] também se encontra na rede:



Dúvidas? Pergunte ao Professor | Lista Geral | Página Inicial | Envie essa página a um amigo

[Tudo sobre Feiras](#) | [Projetos 5a/8a séries](#) | [Aparelhos indispensáveis](#) | [Cinemática](#) | [Dinâmica](#) | [Estática](#) | [Fluidos](#) | [Física Térmica](#) | [Óptica](#) | [Ondas e Acústica](#) | [Eletrostática](#) | [Eletrodinâmica](#) | [Eletromagnetismo](#) | [Corrente Alternada](#) | [Eletrônica](#) | [Estroboscopia](#) | [Sugestões Didáticas](#) | [Artigos](#) | [Leituras/Teorias Recomendadas](#) | [Fichas -- Laboratório de Física](#) | [Eletroquímica](#) | [Motores Gerais](#) | [Mundo Atômico e Relatividade](#) | [Astronomia](#) | [Perpetuum Mobile](#) | [Corredor dos Links](#)

## Gerador eletrostático de Van de Graaff (Segurança no GVDG)

Prof. Luiz Ferraz Netto

### Faças e Não-Faças!

Antes de entrarmos nos detalhes e nas descrições, apresentaremos alguns faças e não-faças que foram dores de cabeça durante as construções de vários geradores de Van de Graaff.

Alguns poderão parecer óbvios, outros não. Em todo caso, vale a pena citá-los.

1. Quando trabalhamos com eletricidade estática, devemos ter sempre em mente que as *pontas* e os cantos *afiados*, devido ao [poder das pontas](#) (clique no texto em destaque para saber mais sobre isso), agirão como pontos de descarga e sangrarão a carga elétrica do domo de descarga, dando assim a impressão de que o GVDG não está funcionando.

Uma vez que um GVDG trabalha no princípio de tensões muito altas e correntes muito baixas, pode ser comparado a um revólver de esguichar água. Um esguicho de seringa fornece uma quantidade muito pequena de água, porém, sob alta pressão, suficiente para fazer a água percorrer uma grande distância. Se um vazamento pequeno (um furinho) ocorrer na seringa que esguicha (equivalente a um canto vivo, afiado, em um GVDG), a água não irá mais tão longe. Assim, sempre que possível, todas as extremidades afiadas devem ser arredondadas, curvadas para dentro ou cobertas. É devido a esse poder das pontas que daremos preferência às cúpulas *arredondadas* e com a *gola* (contorno do furo feito na cúpula) voltada para dentro. Voltaremos a falar dessa *gola*.

Essas são as causas observadas em geradores cujas faíscas vão até a base --- há cabeças de parafusos expostas.

2. Todos os tipos de substâncias estranhas podem causar contaminações (sujeira, graxa, sabões, limpadores, poeira etc.) e são causas suficientes para que um gerador possa deixar de funcionar. Certa vez, presenciamos a coluna de apoio de um gerador (supostamente limpa) brilhar como fogo vivo de eletricidade estática, enquanto o domo de descarga permanecia inativo. Se algumas partes precisam de limpeza, use componentes que realmente retirem toda a sujeira. A solução de amônia e água constitui um bom produto para limpeza (e sai barato também...).

3. Se seu GVDG não está funcionando a contento, a causa pode ser a seguinte: certos materiais que parecem ser bons isolantes elétricos, freqüentemente não o são. Com os níveis de tensões produzidas, até mesmo em pequenos geradores, muitos desses materiais (habitualmente tratados como isolantes) conduzirão eletricidade. Um isolante para os corriqueiros 110 V torna-se um condutor sob tensão de 20000 V ou mais!

4. Finalizamos esse *faça e não-faça* alertando-o sobre o carbono (grafite, carvão). O *carvão* das escovas, muito utilizado em pequenos motores elétricos, pode servir como meio para transferir eletricidade estática do domo para a base do aparelho.

Enquanto o motor funciona, a escova se desgasta e seu pó é lançado para fora através das aberturas do motor, empurrado pela ventoinha de refrigeração. Pó de carbono é quase invisível e, quando depositado sobre superfícies, até mesmo em pequenas quantias, pode criar um filme bom condutor de eletricidade.

Esse filme pode fazer um GVDG parar de funcionar. Carbono também é usado em plásticos e borrachas. *Negro de fumo* é freqüentemente acrescentado para tornar a borracha mais resistente ao ozônio e à deterioração — ele confere à borracha sua *cor preta* — e impede seu GVDG de funcionar. Carbono também é usado em muitos plásticos, pelas mesmas razões.

---

[Apresentação](#) | [Segurança no uso do gerador](#) | [Teoria Básica](#) | [O projeto](#) | [O motor](#) | [Cilindros ou Roletes](#) | [A coluna de apoio](#) | [A correia](#) | [Escovas](#) | [Cúpula de descarga](#) | [Montagem do GVDG](#) | [Fazendo funcionar](#)

---

[TOPO DA PÁGINA](#) | [HALL](#)

Copyright © Luiz Ferraz Netto - 2000-2005 © - Web Master: Todos os Direitos Reservados

ESTATÍSTICA

[acessos](#)   [clique](#)



**Clique aqui e adquira já:**  
**Manual das Feiras de Ciências Vol II**  
Prof. Luiz Ferraz Netto  
Mais de 270 experimentos!

**Atualizando a Física**  
Prof. Pedro Paulo Carboni Muniz  
Compreenda a Física Moderna!

