

Construção e aplicação do gerador de Van de Graaff de baixo custo nas aulas de Física no ensino médio com participação dos estudantes

Construction and application of the Van der Graaff generator low cost in high school physics classes with student participation

Istenio Nunes de Moraes^{1*}, Frederico Augusto Toti¹

¹Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG), Instituto de Ciências Exatas (ICEx). Av. Jovino Fernandes de Sales, 2600 - Santa Clara, Alfenas - MG, 37133-840.

*E-mail: isteniom@hotmail.com

Recibido el 15 de junio de 2021 | Aceptado el 1 de septiembre de 2021

Resumo

Pensando nas dificuldades encontradas por alunos do ensino médio na disciplina de física, e na expectativa de incrementar as discussões no que diz respeito ao uso da experimentação no ensino de física no ensino médio de forma a buscar propostas que tornem as aulas mais atrativas e dinâmicas, o presente projeto apresenta a construção de um Gerador de Van de Graaff e seu uso nas aulas de Eletrostática considerando que sua confecção, a teoria e demonstração de seu funcionamento geral vêm adequar-se perfeitamente no ensino da área escolhida. O projeto fundamenta-se no conceito dos Modelos Mentais da teoria de Johnson-Laird, o que permite-nos traçar as ideias dos alunos a respeito dos fenômenos e aos poucos avançar para modelos conceituais que expliquem o que está sendo observado e estudado a partir dos conceitos da Física.

Palavras chaves: Ensino; Gerador de Van de Graaff; Eletromagnetismo; Van de Graaff; Alta-tensão.

Abstract

Thinking about the difficulties encountered by high school students in the physics discipline, and in anticipation of increasing discussions with regard to the use of experimentation in physics education in high school in order to pursue proposals to become the most attractive and dynamic classes, this project has the use of a Van de Graaff Generator in Electromagnetism classes since its making, theory and demonstration of their overall operation have fit perfectly in the teaching of the chosen area. The project is based on the concept of mental models in the light of Johnson-Laird's theory that allows us to draw students' ideas about the phenomena and gradually move towards conceptual models to explain what is being observed and studied from concepts Physical.

Keywords: Teaching; Van de Graaff generator; Electromagnetism; Van de Graaff; High voltage.

I. INTRODUÇÃO

Durante toda a nossa existência estamos em contato direto com a natureza e seus fenômenos físicos e, muitas vezes, nenhum contato com as explicações para esses fenômenos. O mundo tecnológico está em constante mudança e evolução, e a física é a base para o funcionamento dos eletrodomésticos, eletrônicos, aparelhos da indústria entre outras

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. 2 (2021)

397

La evaluación del presente artículo estuvo a cargo de la organización de la XIV Conferencia Interamericana de Educación en Física

diversas aplicações. O conhecimento básico em física é algo essencial para acompanhar o desenvolvimento social e tecnológico. Segundo os PCN+,

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (Brasil, 2002, p. 59)

Concordo com Borges (2005, p. 2), quando ele diz que a “[...] física é um legítimo componente curricular da educação básica e que ela merece figurar como disciplina específica no currículo do ensino médio”. Ele usa como base para seu argumento, três critérios propostos por Milner para justificar a inclusão de ciências ou de qualquer disciplina no currículo da educação básica. Segundo Milner (1996 apud BORGES, 2005, p. 2) devemos ser capazes de mostrar que qualquer disciplina incorporada ao currículo: (i) contribui com conceitos e perspectivas específicas, e habilidades distintas, não oferecidas por outras disciplinas; (ii) não pode ser aprendida informalmente, mas apenas sob instrução formal; e (iii) sua aprendizagem tem importância e valor.

Os primeiros critérios são de fácil comprovação, já que aprender física de maneira informal é muito difícil, e ela lida com conceitos específicos não oferecidos por outras disciplinas. No entanto, o terceiro critério é algo que deva partir do professor, mostrando a importância e valor da física para o nosso mundo atual. Mostrar a importância da física no mundo atual é uma tarefa que pode vir a ser um tanto prazerosa para o aluno, ao ver a física em ação, saber onde se aplica cada conceito estudado; fazer o aluno enxergar a física com outros olhos, mostrando que ela é mais que contas, fórmulas e exercícios para casa. O professor deve mostrar que física “É um processo de descoberta do mundo natural e de suas propriedades, uma apropriação desse mundo através de uma linguagem que nós, humanos, podemos compreender” (GLEISER, p.4, 2000). Empolgar-se de modo a fazer o aluno se interessar em aprender.

Gleiser (2000) apresenta quatro pontos que segundo ele são importantes para professores e alunos em seu artigo “porque ensinar física”. O primeiro, “questões metafísicas”, que é uma característica da ciência de responder a anseios profundamente humanos, como: de onde viemos, para onde vamos. O segundo ponto é a “integração com a natureza”, já que o objetivo principal das ciências é estudar e compreender a natureza. O terceiro é “cidadão do mundo” e por último, “a paixão pela descoberta” que segundo o autor, o aluno deve participar desse processo de descoberta durante a aula, e não apenas receber a informação pronta (Gleiser, 2000, p.5). Ainda segundo Gleiser,

Uma vez que os quatro pontos acima são integrados na sala de aula, acredito que ciência passa a ser algo maior, mais profundo do que a aplicação do método científico. Ela passa a fazer parte da história das ideias, do nosso esforço em compreendermos nossa essência e a do mundo à nossa volta. Ao comunicarmos essas ideias aos nossos alunos, estamos recriando essa história, transformando a sala de aula em um laboratório de anseios e descobertas, rendendo tributo a essa grande aventura humana. (Gleiser, 2000, p. 5)

Muitas das dificuldades enfrentadas pelos professores de física que satisfaça os quatro pontos apresentados por Gleiser e, em especial, a paixão pela descoberta, podem ser contornadas pelo próprio professor com o auxílio de uma metodologia de ensino adequada.

II. QUESTÃO DE PESQUISA

Uma estratégia que pode ser usada no auxílio do ensino de física em salas de aula é a construção e demonstração do uso do Gerador de Van de Graaff (GVdG). Sendo um aparelho de baixo custo, feito com materiais de fácil acesso e até mesmo reciclados, mas que ao mesmo tempo pode ser utilizado por um longo período com as manutenções periódicas necessárias, e que tem um grande potencial didático.

O GVdG é um gerador de energia estática capaz de criar altíssima tensão, podendo chegar a atingir 1 milhão de Volts. O aparelho funciona com base na eletrização por atrito e na distribuição superficial de cargas, e foi criado pelo Físico Van de Graaff no ano de 1931 com a intenção de atingir uma grande diferença de potencial (ddp) para ser utilizada nos aceleradores de partículas que surgiam naquela época. Além de seu potencial científico e tecnológico, os Geradores de Van de Graaff, em escalas apropriadas, resultam em demonstrações bastante impressionantes, como por exemplo, pequenas descargas parecidas com relâmpagos, descargas coronas e acender lâmpas queimadas com certas distâncias do aparelho devido ao campo elétrico formado.

Com a grande ddp que o aparelho atinge, quando em condições favoráveis, conseguimos arrepiar os cabelos de uma pessoa que esteja em contato com ele. No processo de carga da cúpula, descargas elétricas no ar podem ser observadas com elevadíssimo potencial elétrico, porém com corrente muito pequena. Essas descargas elétricas (raios) correspondem à ionização do ar e causam um fenômeno elétrico-luminoso que em geral atrai a curiosidade e mobiliza o interesse dos jovens.

Tendo em vista as potencialidades do GVdG enquanto artefato científico-tecnológico que atrai a atenção de jovens em função de seu efeito elétrico-luminoso, mas também em função de sua ideia fundamental (gerar alta tensão), apresentamos a questão principal dessa pesquisa: Quais conceitos e teorias da Física podem ser aprendidos por um grupo de alunos do Ensino Médio ao se envolverem em um projeto de construção, uso e análise de um Gerador de Van de Graaff? Além disso, questionamos como se daria tal processo? Serão ampliados seus interesses e engajamento para a aprendizagem dos conceitos científicos relacionados?

III. OBJETIVO

Este projeto teve por objetivo propor a utilização de experimentação nas aulas de eletrostática com a montagem e utilização de um aparato científico, o Gerador de Van de Graaff, relacionando-o com os conceitos e conteúdos estudados no decorrer da disciplina. Proporcionando aos alunos uma visão mais “científica” da física, a fim de mudar seus modelos mentais e levá-los a refletir sobre o estudo da eletricidade.

É importante ressaltar que esse trabalho não teve como objetivo a análise quantitativa de aspectos cognitivos ou psicológicos dos alunos ou da eficácia do uso do GVdG como recurso de ensino. No entanto, não devemos subestimar os aspectos psicológicos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, pois um gerador similar ao construído nesse projeto foi apresentado para os alunos do Ensino de Jovens e Adultos (EJA) na mesma escola, em turno da noite, como recurso em uma aula de eletrostática, e pudemos constatar um grande interesse, por parte dos alunos, pelos fenômenos elétricos apresentados pelo aparelho. O GVdG tem a capacidade de atrair a atenção tanto de jovens quanto de adultos e isso mostra a sua inegável aptidão motivacional para além de um aparelho técnico-científico.

IV. REVISÃO DE LITERATURA

É notório que o ensino de física na rede pública é precário, tanto por falta de estrutura quanto por falta de tempo das aulas. Outro problema que assola as salas de aulas do ensino médio é a dificuldade que os professores têm em construir de forma funcional e contextualizada o conhecimento físico. A física é vista como uma disciplina complicada até mesmo pelo professor que está lecionando; muitas vezes em virtude da não assimilação dos conteúdos visto durante a graduação, o que acaba por gerar um desinteresse no graduando em lecionar. Esse desânimo do professor acaba por gerar desânimo nos alunos, e com aulas exclusivamente expositivas os professores acabam por passar dificuldade ao ensinar os conteúdos e conceitos físicos, tirando assim o interesse dos alunos em aprender. *“Além disso, mesmo que o aluno aprenda a física na escola, ele não consegue associar o conhecimento assimilado à sua realidade, com isso, não assimilando os conceitos e, por consequência, não aprende o conteúdo”* (Silva, 2012).

Para Moreira (2000), a forma com o qual o ensino tem sido aplicado é uma importante questão na problemática do ensino de física. Ele faz uma retrospectiva além de trazer uma perspectiva sobre o ensino de física no Brasil e no mundo. Em seu trabalho ele cita o projeto *Physical Science Study Committee* desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* e que serviria como forma de reestruturar o currículo de Física no ensino médio. O projeto não durou tanto, pois apesar de trazer uma abordagem diferenciada como materiais interfuncionais, procedimentos físicos e filosofia de ensino para a Física, o projeto se dedicava mais a como ensinar física, mas nada sobre aprender.

O ensino de física no Brasil é baseado em aulas exclusivamente expositivas, pouco dialogadas e que tem como prioridade o ensino de fórmulas e conteúdo para preparar os alunos para os vestibulares. E podemos ver isso até mesmo nos livros didáticos que trazem uma grande quantidade de figuras e fórmulas, mas poucos textos explicativos fazendo com que a construção do conhecimento não seja facilitada. Moreira (2000) propõe uma alternativa em que o professor busque como perspectiva as competências e habilidade propostas no Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs e PCN+), hoje, substituídos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Esta falta de diálogo (Professor-Conteúdo-Aluno) nos traz uma outra dificuldade que é enfrentada por muitos alunos, que é a descontextualização, ou a falta de contextualização dos conteúdos com os eventos vividos pelos alunos em seu dia a dia. Segundo Menegotto e Filho (2008) os alunos entendem a importância de se aprender física e conseguem ver sentido na prática, no entanto, a maneira como o professor aplica o conteúdo e a falta de contextualização acaba dificultando um melhor rendimento. Para Leite (2015) é necessário que o professor construa os conceitos de forma sólida, trabalhando com modelos e situações reais.

A experimentação no ensino de ciência é um recurso para a melhor contextualização dos conteúdos, ajudando na criação e manutenção dos modelos mentais dos alunos, a respeito dos conceitos apresentados. Para Araújo e Abid (2003) as atividades experimentais como estratégia de ensino de Física têm sido apontadas por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente.

O uso da experimentação e de atividade de demonstração com a manipulação adequada dos conceitos pode promover uma grande mudança em sala de aula, que valorize o aprendizado do aluno. Para Laburú (2006) as atividades que envolvem experimentos geram expectativas nos alunos, podendo se aproveitar para criar conceitos, trabalhar a investigação e explicar fenômenos.

V. REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo em vista o trabalho em grupo e em situação experimental, pareceu sugestivo um referencial baseado no conceito de Modelos Mentais (MM) à luz da teoria de Johnson-Laird (1983), que permite traçar as ideias dos alunos sobre os fenômenos e aos poucos avançar para modelos conceituais que expliquem o que está sendo observado e estudado a partir de conceitos da Física. De modo simples, MM pela visão de Laird, são modelos criados na mente de alguém.

São representações analógicas, um tanto quanto abstraídas de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento. (Moreira, 1996, p.02).

Para Norman (1983 apud Moreira, 1996) os modelos mentais apresentam seis características: MM não são completos; possuem limitações para serem “rodados”; possuem instabilidades; não possuem boa definição; Modelos mentais não são científicos; e são econômicos.

Em contrapartida, os modelos conceituais são criados para ajudar na compreensão ou ensino de conceitos, sistemas ou coisas físicas “São representações precisas, consistentes e completas de sistemas físicos” (Norman, 1983 apud Moreira, 1996). Os modelos conceituais são utilizados no ensino, pelos professores, de modo a fazer com que os alunos desenvolvam MM mais parecidos com o sistema físico apresentado.

Temos então que MM são representações analógicas da realidade criadas pelo indivíduo, representações de algo que é um aspecto do mundo exterior. São modelos criados na mente de alguém que refletem a compreensão que ela pode ter de um certo sistema.

Segundo a teoria de Laird, nós construímos modelos mentais de eventos e processos de coisas do mundo empregando processos mentais tácitos. Para compreender qualquer fenômeno ou estado de coisas, precisamos ter algum modelo funcional dele, assim, nossa habilidade em dar explicação está relacionada, intimamente, com a nossa compreensão daquilo que é explicado. Neste sentido, a seguir listamos as percepções observadas, de alguns alunos, em cada momento do trabalho: Antes da atividade e após a atividade intermediada pela intervenção realizada com a construção do gerador de Van der Graaff.

Modelos iniciais percebidos pelo professor.	Processo de construção do gerador (momento específico).	Modelos mentais percebidos pelo professor após o processo de construção do gerador.
Este momento foi feito durante e após as atividades didáticas. Pudemos perceber alguns modelos mentais iniciais dos alunos, como por exemplo: Quando perguntados como eles achavam que o gerador funcionava, vários alunos responderam que a cúpula do gerador era ligada ao motor, por isso podíamos sentir um choque. Dois alunos argumentaram que talvez acontecesse igual quando se atrita o pente no cabelo, já que os cabelos arripiarem. Quando perguntados se eles poderiam relacionar os conceitos estudados (eletrização) com o gerador, nenhum dos alunos conseguiram fazer essa relação, nem mesmo os dois alunos citaram o pente na resposta anterior.	Durante esse momento de construção do gerador, os alunos começaram a entender e questionar o funcionamento. Quando eu fui explicar a relação do rolete com a correia, um dos alunos perguntou, antes mesmo de eu começar, se era ali que acontecia a eletrização. Esse momento tinha exatamente o objetivo de explicar a função de cada peça no funcionamento do gerador. E é onde foi que o gerador faz sendo modificado dos alunos. Eles já foram perceberam que não era ligada ao motor, e o que deixava esta eletrizada (não usaram exatamente essa palavra) era a correia em conjunto com o rolete.	Após a construção do gerador percebemos que atingimos o objetivo do projeto, uma vez que os alunos já conseguiam explicar o funcionamento do gerador de forma satisfatória. Um ou dois alunos ainda tiveram dificuldades em assimilar que mesmo sem um motor o gerador era capaz de funcionar perfeitamente, pois eles ainda ficaram com a ideia de que o que carregava a cúpula era o motor. Uma aluna explicou que o atrito da correia com o rolete eletrizava o rolete e este atraía elétrons do ar e os transportavam para a cúpula através da correia. Essa é uma explicação simplificada do funcionamento.

VI. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido com um grupo de alunos, sendo dividido em duas unidades didáticas e uma oficina para a montagem do GVdG. Buscamos incrementar as discussões no que diz respeito ao uso da experimentação no ensino de física no ensino médio.

Para tanto, desenvolvemos o projeto: “O uso do Gerador de Van de Graaff nas Aulas de Física no Ensino Médio”, que foi trabalhado com uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola da rede pública de alfenas (E.E. Judith Vianna). Essa atividade se organizou em forma de unidades didáticas com as quais trabalhamos os conceitos de Campo e Potencial Elétrico, Diferença de Potencial, Tipos de Eletrizção, Quebra/rompimento da Rigidez Dielétrica do Ar.

Para Vergara (2009) a pesquisa se classifica em dois grupos divididos pelos critérios de “fins” e “meios”. A pesquisa pode, quanto aos fins, ser classificada como exploratória, explicativa, descritiva e aplicada. Quanto aos meios, a pesquisa pode ser bibliográfica, documental, estudo de caso, pesquisa-ação e entre outras.

Pensando nisso, nosso processo implica uma metodologia que permite encará-la como um estudo de caso, com os seguintes contornos:

- Foi realizado com uma turma de 15 a 25 alunos.
- Foi realizado durante os trabalhos do Projeto de residência Pedagógica.
- Foram desenvolvidas atividades experimentais envolvendo o GVdG.
- Foi observado, de forma qualitativa, como os modelos mentais desses alunos evoluem.
- Foi observado, de forma qualitativa, como os alunos se comportam diante de uma abordagem didática diferenciada.

VII. ETAPAS E DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto foi realizado em três etapas:

- Etapa 1 – Desenvolvimento do projeto da construção do GVdG, e formulação das unidades didáticas com as quais trabalhamos os conceitos envolvidos no funcionamento e a construção de um GVdG.
- Etapa 2 - Unidades didáticas: a) Aula expositiva com o tema: Eletrizção b) Aula expositiva com o tema: Potencial Elétrico e diferença de potencial.
- Etapa 3 – Construção do GVdG junto com os alunos à medida que foram retomados os conteúdos relacionados ao funcionamento de cada componente montado.

Inicialmente foram trabalhadas com os alunos duas unidades didáticas onde introduzimos os conceitos de Eletrizção e tipos de eletrizção, campo elétrico, potencial elétrico e diferença de potencial. Essas unidades foram aplicadas aos alunos divididas em duas aulas de 50min cada. Ao final das unidades conversamos sobre exemplos de aplicações dos conceitos no cotidiano, e falamos também sobre o Gerador. Com isso os alunos criaram seus primeiros modelos mentais sobre o Gerador.

Na etapa seguinte, algumas semanas a frente, os alunos foram envolvidos na construção do GVdG. Como introdução apresentamos o que era o projeto e um pouco da história do aparelho e partimos para a montagem. A montagem do gerador seguiu uma ordem, onde apresentávamos cada peça e retomávamos os conceitos físicos estudados nas unidades didáticas anteriores que explicavam a função de tal peça no aparelho. Por exemplo, apresentamos a correia e os roletes, e retomamos os conceitos de eletrizção por atrito.

Nosso gerador foi pensado para ser um recurso didático de baixo custo de modo que possa ser construído por qualquer professor, mas que também seja eficiente no que diz respeito ao seu funcionamento e durabilidade. Um gerador didático, na internet, pode chegar a custar até R\$ 5.000,00; no nosso gastamos menos de R\$ 150,00. Os materiais que ficaram mais caros foram o motor e a cúpula, pois foram comprados novos; mas, comprando de segunda mão consegue-se por menos da metade do preço.

VIII. CONCLUSÃO

Partimos do pressuposto de que o uso de experimentação como recurso didático tem a capacidade de potencializar o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. Com isso procuramos desenvolver esse trabalho de forma a criar um passo a passo para a construção do GVdG de modo que outros professores possam também o reproduzir em suas turmas.

Com o desenvolvimento deste trabalho concluímos que a construção de um GVdG de baixo custo é possível. Pudemos notar que foram ampliados os interesses e engajamento dos alunos para a aprendizagem dos conceitos científicos relacionados, e o entusiasmo dos alunos tanto pelo aparelho, quanto pelos conceitos envolvidos foram bem maiores do que quando apresentados nas unidades didáticas. Conseguimos desenvolver um processo que pudesse despertar o interesse, criatividade e o engajamento dos alunos para a construção e aprendizagem dos conceitos científicos relacionados. Os alunos se envolveram na construção sem que fosse necessário a insistência com eles para que prestassem a atenção ou que ajudassem.

Ao se envolverem neste projeto de construção, uso e análise de um GVdG, os alunos puderam ter uma melhor compreensão dos conceitos de eletrização, distribuição de cargas, diferença de potencial entre outros assuntos.

REFERÊNCIAS

Araujo, M. S. T., Abid, M. L. V. S. (2003). Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2), 176–194.

Azenha Bonjorno, R. et al. (2001). *Física completa: volume único, ensino médio -2*. Ed. São Paulo: FTD.

Borges, O. (2006). Formação inicial de professores de física: formar mais! Formar melhor! *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(2), 135-142.

Brasil. (2002). Ministério da Educação. PCN+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, DF.

Gleiser, M. (2000). Por que Ensinar Física? *Física na Escola*, 1(1), 4-5.

Tarciso Borges, A. (1997). Um estudo de modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*. 2(3), 207-226.

Johnson-Laird, P. (1983). *Mental Models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Laburú, C. E. (2006). Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de ensino de Física*, 23(3), 380- 404.

Ribeiro da Luz, A. M., Alvarenga, B. (2000). *Física: Volume 3*. São Paulo: Scipione.

Manegotto, J. C, Filh, J. B. R. (2008). Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2).

Moreira, M. A. (2000). Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectiva. *Revista brasileira de ensino de física*, 22(1), 94-99.

Moreira, M. A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3), 193-232.

Silva, D. S. S. (2012). A versatilidade da bobina de Tesla na prática docente do ensino do eletromagnetismo. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Curso de Física, Fortaleza.

Vergara, S. C. (2009). *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. 11ª Ed. São Paulo: Atlas.

Young, H. D. (2009). *Física III, eletromagnetismo*. São Paulo: Addison Wesley.

ANEXO 1

PASSOS DA CONSTRUÇÃO DO GERADOR

Fonte: Autor

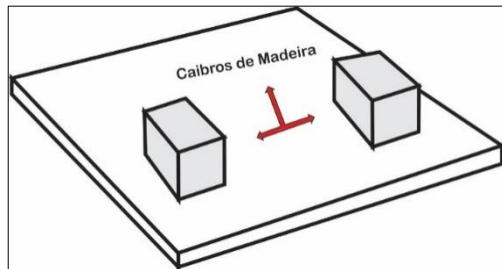


FIGURA 1. Fixação dos Caibro de Sustentação

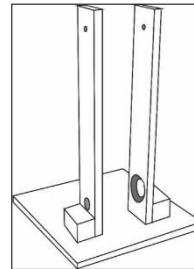


FIGURA 2. Fixação das Colunas de Sustentação

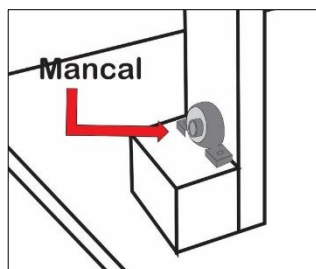


FIGURA 3. Posicionamento do Mancal

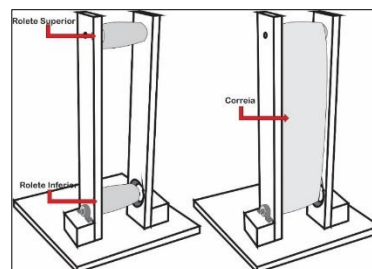


FIGURA 4. Posicionamento dos Roletes e da Correia

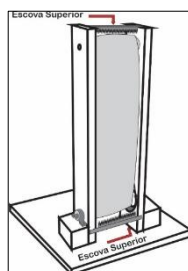


FIGURA 5. Posicionamento das escovas Coletoras -



FIGURA 6. Posicionamento da Cúpula