

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Física

**ENSINO DE FÍSICA E EXPERIMENTOS: ÊNFASES E PERSPECTIVAS DE UM
LABORATÓRIO DIDÁTICO**

Vinicius Fernandes dos Santos

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos.

Rio Claro (SP)

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

VINICIUS FERNANDES DOS SANTOS

ENSINO DE FÍSICA E EXPERIMENTOS: ÊNFASES E
PERSPECTIVAS DE UM LABORATÓRIO DIDÁTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Campus
de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Licenciado em Física.

Rio Claro - SP
2022

S237e Santos, Vinicius Fernandes dos
Ensino de Física e experimentos : ênfases e perspectivas
de um laboratório didático / Vinicius Fernandes dos
Santos. -- Rio Claro, 2022
41 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Física) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Eugenio Maria de França Ramos

1. Ensino de Física. 2. Formação de Professores. 3.
Experimentos Didáticos. 4. Laboratório Didático. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

VINICIUS FERNANDES DOS SANTOS

ENSINO DE FÍSICA E EXPERIMENTOS: ÊNFASES E PERSPECTIVAS DE UM LABORATÓRIO DIDÁTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Campus
de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, para obtenção do grau de
Licenciado em Física.

Comissão Examinadora

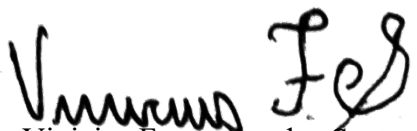
Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos (Orientador)

Profa. Dra. Tatiana Schneider Vieira de Moraes

Prof. Dr. Paulo César de Almeida Raboni

Profa. Dra. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Suplente)

Rio Claro, 25 de novembro de 2022


Vinicius Fernandes dos Santos


Eugenio Maria de França Ramos

RESUMO

Neste trabalho analisamos os experimentos encontrados em um laboratório didático de uma escola estadual pública de ensino básico na cidade de Rio Claro - SP, da Rede Pública Estadual, buscando identificar quais áreas da Física eram mais privilegiadas. Documentos, como os Guias de Experimentos do fabricante, foram estudados para entender as indicações de possíveis usos dos conjuntos. Durante a pesquisa foram analisados indícios de como alunos se relacionam com o material didático experimental no ambiente escolar, como os professores os utilizam, sob a perspectiva dos saberes docentes. Observamos como é a relação de professores em formação quando interagem com o material experimental, para preparar determinada prática, durante a disciplina Prática de Ensino de Física. O estudo evidenciou que (a) a área de Mecânica é a mais destacada dentre aquelas identificadas no material experimental e (b) que os materiais são pouco utilizados nas atividades didáticas, até mesmo no evento anual *Feira de Conhecimentos*. O aprendizado para a utilização dos conjuntos experimentais requer tempo e dedicação, para o estudo e ajustes dos equipamentos, tais conhecimentos, ausentes da formação inicial do professor, podem ser construídos nos chamados Saberes Docentes da prática pedagógica.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Formação de Professores; Experimentos Didáticos; Laboratório Didático

ABSTRACT

In this work we analyze the experiments found in a didactic laboratory of a state public elementary school in the city of Rio Claro - SP, of the State Public Network, seeking to identify which areas of Physics were more privileged. Documents, such as the manufacturer's Experiment Guides, were studied to understand the indications of possible uses of the sets. During the research, evidence of how students relate to experimental didactic material in the school environment, how teachers use them, from the perspective of teaching knowledge, was analyzed. We observed how the relationship of teachers in training is when they interact with the experimental material, to prepare a certain practice, during the discipline Practice of Teaching Physics. The study showed that (a) the area of Mechanics is the most prominent among those identified in the experimental material and (b) that the materials are little used in didactic activities, even in the annual Knowledge Fair event. Learning to use the experimental sets requires time and dedication, for the study and adjustments of the equipment, such knowledge, absent from the teacher's initial training, can be built in the so-called Teaching Knowledge of the pedagogical practice.

Keywords: Physics Teaching; Teacher Training; Didactic Experiments;
Didactic Laboratory

Sumário

1	Introdução:	7
1.1	Os saberes docentes	7
1.2	Tipo da pesquisa:	9
2	experimentos e guias de utilização	10
2.1	O livro de atividades experimentais.....	10
2.1.1	Seção: Instruções para o professor.....	10
2.1.2	Seção: Atividades para o Aluno:.....	10
2.2	Os materiais experimentais didáticos do conjunto.....	11
2.3	Visão geral sobre as áreas de conhecimento incorporadas pelo conjunto - Percorso metodológico.....	14
2.3.1	Visão dos experimentos e propostas de atividades para cada área.	14
2.4	Experimentos e temas segundo as áreas de conhecimento	26
3	Atividade com os materiais experimentais	29
3.1.1	Gerador eletroestático de Van de Graaff	29
3.1.2	Energia solar - Conjunto conversão da energia com bateria solar 5 W	32
3.1.3	Física moderna - Conjunto tubo de Geissler com fonte e bomba de vácuo.....	32
3.2	A feira de ciências da escola.....	34
4	Considerações finais	37
4.1	A luz dos saberes	39
4.2	A disciplina de Prática de Ensino	40
	Referências:.....	41

1 INTRODUÇÃO:

As atividades experimentais no ensino de Física, podem ser classificadas de acordo com o tipo de material usado e da relação do aluno com os materiais didáticos e o espaço do laboratório, como descrito por [FERREIRA \(1978\)](#).

Para a área de Ensino de Física, é consenso que as atividades experimentais são importantes e podem contribuir com o ensino, mas o consenso não se reflete na introdução dessas atividades em sala e a metodologia de uso dos materiais [GASPAR \(2014\)](#). Mesmo sem consenso, é possível encontrar nas escolas, ambientes de laboratório de ensino e seus materiais, [SILVA \(2012\)](#). Os materiais podem ser produzidos por empresas especializadas, ou pelo professor/alunos durante o ano letivo, podem ser encontrados materiais novos e modernos ou antigos e avariados

Devemos ainda refletir sobre a utilização da experimentação na Ciência, para [ALVES \(2000\)](#) está relacionada está relacionada à construção de “verdades científicas”, ou seja, de produção profissional do conhecimento científico. A estrutura dessa ferramenta de construção do conhecimento, não “nasceu” pronta, e sim foi construída socialmente ao longo do tempo.

A experimentação ligada ao laboratório didático difere de seu significado utilizado na Ciência, os experimentos não vão estar mais sendo usados, exclusivamente, para a demonstração de uma previsão teórica ou fornecer argumentos para um modelo científico. O experimento para o Ensino tem uma função diferente do experimento da Ciência, o de produzir condições para a construção de conhecimentos científicos [BENETTI, RAMOS \(2014\)](#) sendo esses conhecimentos os já aceitos pela comunidade científica, guardando seus respectivos limites de explicação. Esses experimentos são chamados de experimentos didáticos.

Os experimentos didáticos proporcionam a possibilidade de que os alunos confrontem seus conhecimentos prévios, elaborar hipóteses para dados coletados ou observações, e se aproximar da construção do conhecimento científico, mesmo que de forma limitada, segundo apontado no trabalho de [BENETTI, RAMOS \(2014\)](#)

1.1 Os saberes docentes

Durante a formação do profissional professor, ainda na graduação, este estuda conceitos físicos de maneira teórica, e experimental, em laboratórios didáticos construindo os seus saberes relacionados ao conteúdo, de física no caso.

Mas quais são os saberes relacionados com a utilização de um laboratório didático para o nível do Ensino Médio? Basta o conhecimento teórico do conteúdo, e a experiência no laboratório da graduação? Esses são dois dos seis pontos apontados por [GAUTHIER \(2013\)](#) sobre como a atividade de ensino é vista de maneira errônea.

Utilizando as seguintes definições dos saberes docentes para [GAUTHIER \(2013\)](#)

Saberes Disciplinares (SD):

Gauthier descreve os *Saberes Disciplinares* como o conjunto dos conhecimentos acumulados socialmente e consolidados durante sua formação acadêmica. Através de ações de ensino, o professor irá transformar esse saber em seu conteúdo de aulas.

Curriculares (SC):

Os *Saberes Curriculares* não são necessariamente construídos pelo professor, este, como o próprio nome diz, é a composição do currículo de determinada instituição, norteia o que o professor deve trabalhar com os alunos.

Ciências da Educação (SCE):

Tomando uma licenciatura em alguma área das ciências naturais como exemplo, os *Saberes da Educação* são as áreas de estudo que tratam sistematicamente da organização da escola e de aula, noções de como avaliar os alunos, e seu desenvolvimento.

Tradição Pedagógica (STP):

Este saber está relacionado com a experiência do professor e de como ele enxerga seu papel profissional.

Experienciais (SE):

Os *Saberes Experienciais* são estratégias, macetes ou manias que são desenvolvidas conscientemente, ou não, pelo professor em seu trabalho e que ele não fará algum tipo publicação ou exposição sobre.

Ação Pedagógica (SAP):

Quando o professor sistematiza seu *Saber Experiencial*, ele o torna em um *Saber da ação pedagógica* que por meio de testes e reflexão, podem se consolidar ou não e servem de objeto de estudo até para outros professores.

No contexto de preparação de aulas e atividades utilizando um laboratório didático, imaginemos que o saber mais requisitado seja o SD, considerando que na formação do professor, este teve suas aulas teóricas e nos laboratórios didáticos de sua instituição, então não será problema em desenvolver e aplicar as atividades didáticas experimentais.

Neste trabalho, pretendemos estudar o acervo de um laboratório didático de uma escola pública da cidade de Rio Claro, levantando as áreas da física que podem ser estudadas com seus materiais didáticos e discutir sob a perspectivas dos saberes docentes, a utilização desses materiais.

O trabalho se desenvolveu em dois momentos, inicialmente com o levantamento das características das áreas de conhecimento atendidas pelo conjunto de materiais e seus temas de estudo, descritas na Seção 2, e a utilização desse material em um contexto de ensino dentro da Escola, com a participação de um grupo da disciplina de Prática de Ensino do curso de Física da UNESP - Rio Claro, descritas na Seção 3

1.2 Tipo da pesquisa:

Esse trabalho pretendeu, de maneira descritiva e qualitativa, [GONSALVES \(2007\)](#), identificar: Quais as ênfases nas áreas de conhecimento de Física que podem ser percebidos no laboratório didático de uma escola de tempo integral da Rede Pública Estadual, tendo como a fonte primária de documentos [GONSALVES \(2007\)](#), um banco de dados de materiais de um laboratório recém montado de uma escola pública da cidade de Rio Claro - SP

2 EXPERIMENTOS E GUIAS DE UTILIZAÇÃO

A análise documental se origina do acervo do LaPEMID, onde grupos, em trabalhos do ano de 2016, registraram em fotos e scanners os materiais recém-chegados à escola peça por peça. Esses materiais foram adquiridos por uma escola pública da cidade de Rio Claro - SP com a expansão da escola para o período integral.

Neste trabalho, que se iniciou durante o período da pandemia de COVID 19, as fontes primárias foram identificadas e agrupadas, utilizando plataformas digitais, para classificar a quais áreas do conhecimento a que pertencem e seus quais temas da Física o conjunto fotografado pode abordar.

Os experimentos chegaram à escola todos desmontados, o livro de atividades continha instruções para a montagem, de acordo com a proposta de atividade experimental, além de questões referentes a cada atividade.

Segundo o próprio livro de atividades experimentais, as propostas são para diferentes níveis de ensino, Fundamental, Médio e Superior e segundo o fabricante, foram fabricados sob os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs). O livro de atividades propõe que o professor monte o cronograma com os experimentos disponibilizados, de acordo como ele julgar o nível de seus alunos.

2.1 O livro de atividades experimentais

2.1.1 Seção: Instruções para o professor

Na seção para o professor, esse livro trata dos cuidados relacionados à manutenção nos equipamentos, limpeza, aborda instruções detalhadas para o manuseio dos equipamentos durante as práticas experimentais e em alguns casos, aborda pontos teóricos relacionados a cada proposta experimental da Seção Atividades para o Aluno.

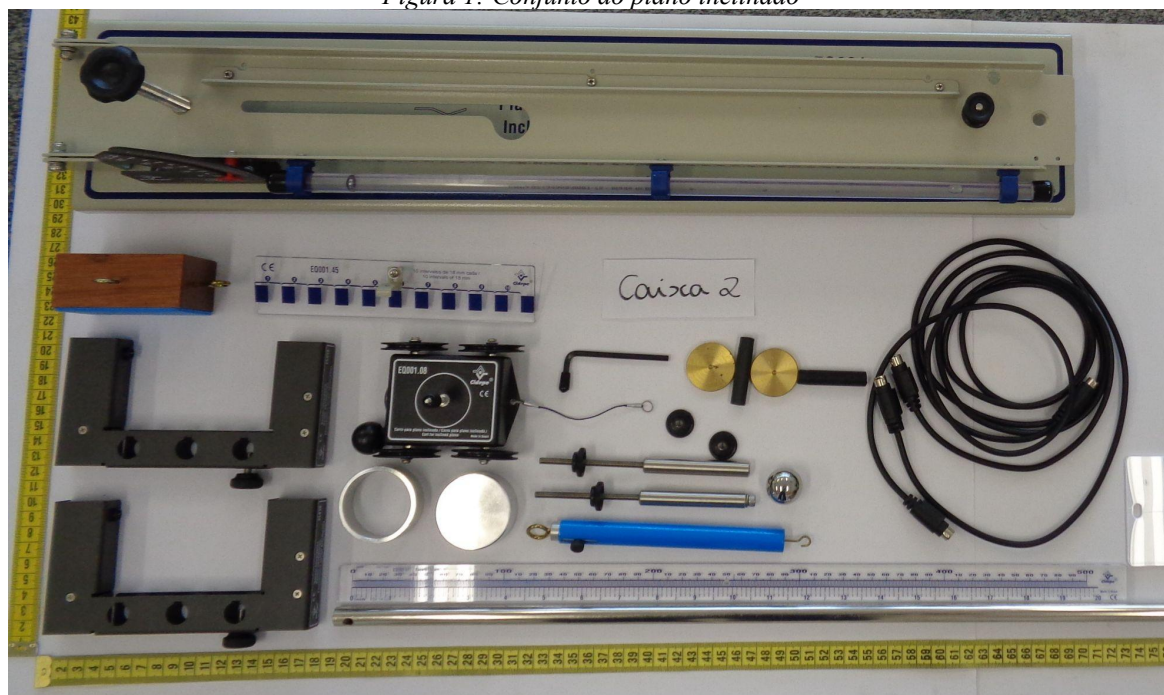
2.1.2 Seção: Atividades para o Aluno:

As propostas no livro de atividades são divididas em partes, em geral, em 4 tópicos básicos: Habilidades e Competências, Materiais necessários, Montagem e Atividades. O tipo de atividade é variado, perguntas relacionadas a observação e levantamento de hipóteses que explique um fenômeno observado, tomada de um conjunto de dados, elaborar cálculos e reflexões conclusivas do aluno sobre a prática.

2.2 Os materiais experimentais didáticos do conjunto

O número de peças para cada kit experimental é variado. A seguir alguns exemplos dos conjuntos da escola.

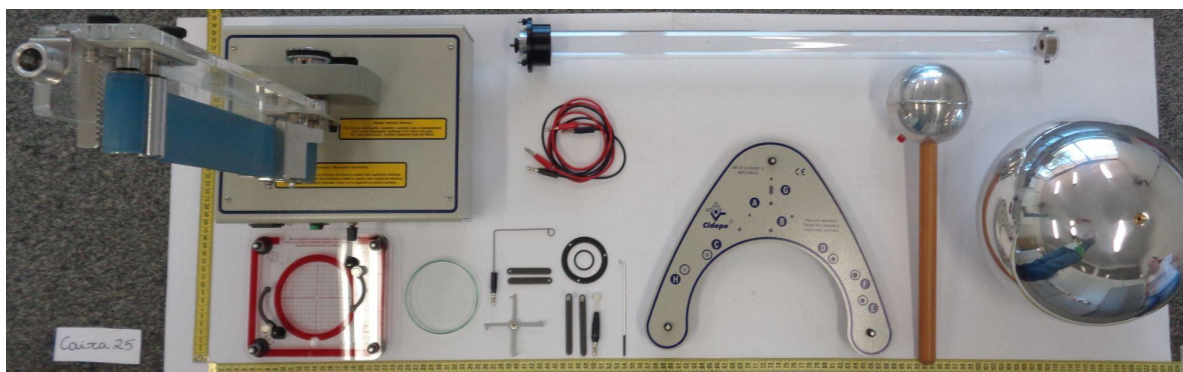
Figura 1: Conjunto do plano inclinado



Para esse conjunto, além do aparato do plano com manípulo para ajuste da inclinação, tem-se um dinamômetro, corpos de estudo (bloco de madeira, carrinho e massas variadas) e um dispositivo para captura de dados de maneira eletrônica (sensores fotoelétricos).

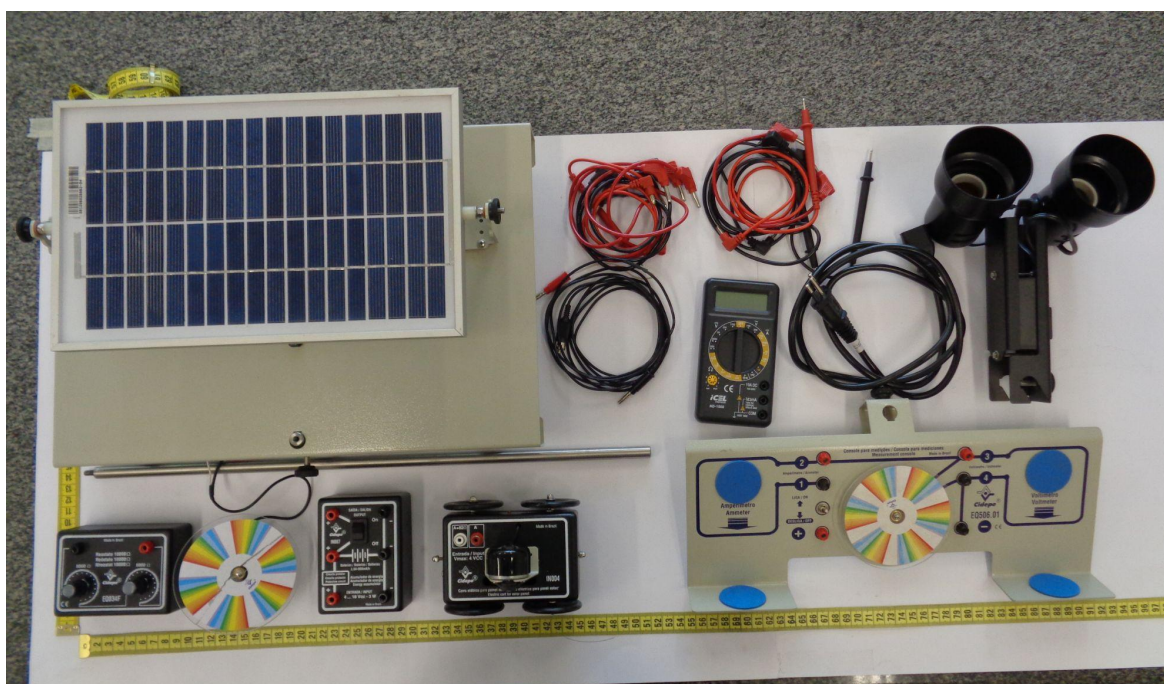
Além desse conjunto, outros 4 apresentam algum tipo de coleta e tratamento de dados através de softwares providos pela mesma empresa fabricante do material didático.

Figura 2: Gerador eletrostático, gerador de Van de Graaff



O conjunto do gerador Van de Graaff acompanha além do próprio gerador com esfera um aparato chamado de mesa projetável, em que se pode aplicar uma diferença de potencial, e estudar as linhas de campo

Figura 3: Conjunto conversão de energia, painel solar



Nesse kit a placa fotovoltaica, para captação da energia luminosa, é acompanhada de uma resistência variável, armazenador de energia e corpos de prova (carrinho e disco de Newton)

Figura 4: Banco óptico linear, luz policromática



Esse conjunto apresenta aparatos para projeção de feixes luminosos além de espelhos, lentes e redes de difração de diferentes tipos e uma lanterna com lâmpada de halogênio

Ao todo o conjunto adquirido conta com um total de 28 kits de experimentos didáticos.

Tabela 1: Nomes dos 28 kits experimentais adquiridos pela Escola

Banco Óptico Linear, Luz Policromática	Conjunto Gerador Eletrostático, Gerador de Van de Graaff, 400kV
Lanterna policromática de três aberturas	Conjunto de Lupas
Plano Inclinado RA, com sensores e software	Conjunto para Magnetismo A
Conjunto Lançador com sensores e software	Painel para Eletroeletrônica com Sensores e Software
Anel de Gravesande	Painel com Vasos Comunicantes
Conjunto Pêndulos Físicos	Painel de Forças com Tripé
Par de diapasões	Looping
Conjunto de Roldanas Waltrick	Cuba de Ondas com Estroboflash, Refletor, Painel, Frequencímetro Digital, LCD
Mola Helicoidal Longa	Conjunto Conversão da Energia com Bateria Solar de 5W
Termômetro de Galileu	Aparelho para Dinâmica das Rotações com Sensor e Software
Conjunto Boyle-Mariotte com manômetro	Conjunto Tubo de Geissler com Fonte e Bomba de Vácuo
Radiômetro de Crookes	Conjunto para Queda de Corpos com Sensores e Software, 24 VCC
Poço de Potencial	Conjunto para Dilatação com Gerador Elétrico de Vapor com Controle de Potência
Conjunto Lâminas Ressonantes	Trilho de Ar com Dois Sensores e Software
Calorímetro de Duplo Vaso com Resistor, Alumínio	

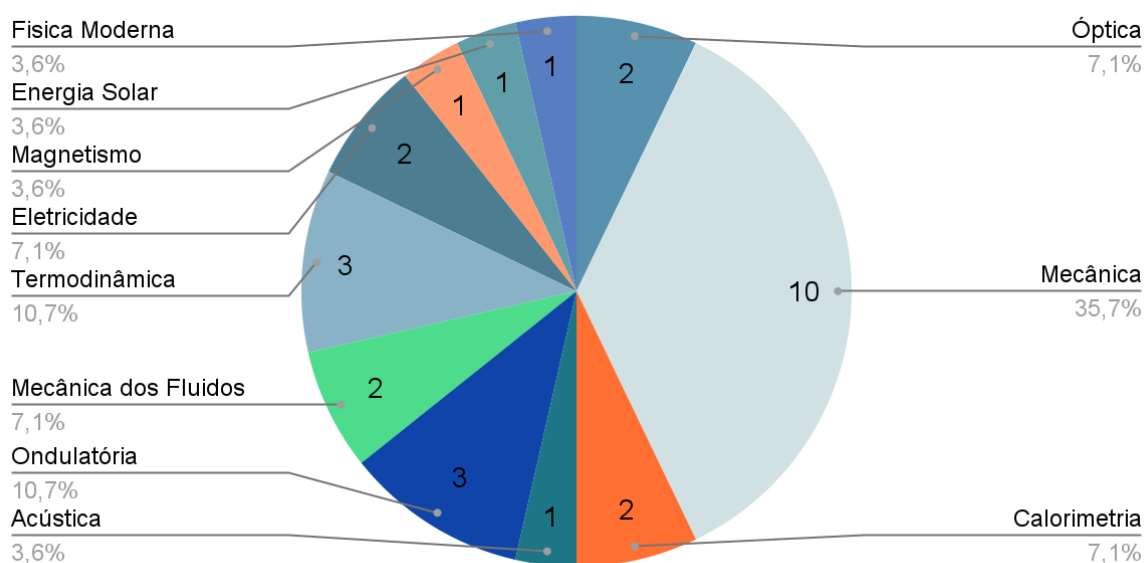
2.3 Visão geral sobre as áreas de conhecimento incorporadas pelo conjunto - Percurso metodológico.

Dentro do acervo virtual, foram localizados os livros de atividades escaneados e agrupados por área de conhecimento, nós limitamo-nos a manter a área de conhecimento indicada pelo fabricante, a quantidade de experimentos por área pode ser vista no Gráfico 1. Assim podemos ter uma ideia de quais áreas esse conjunto de materiais pode abordar.

Gráfico 1: Visão geral das áreas cobertas pelo material de laboratório

Áreas de conhecimento dos experimentos

Gráfico 1: Quantidade de experimentos por área



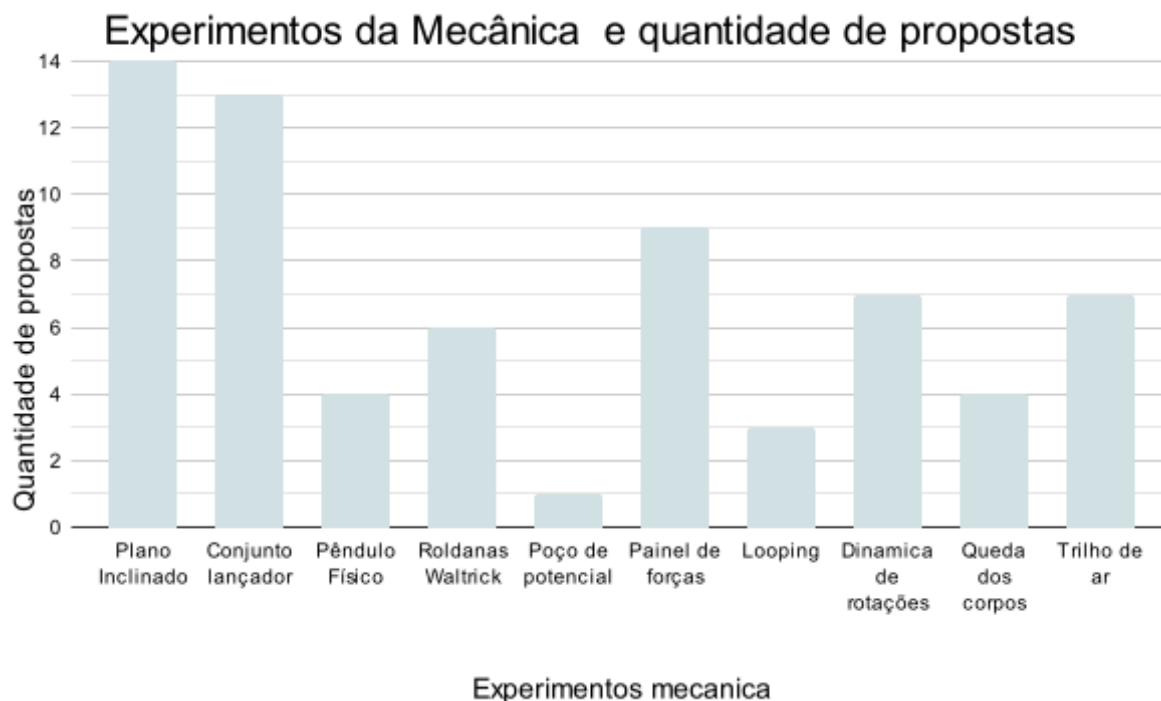
Nota-se uma predominância de experimentos na área da Mecânica (35,7 %). A razão da maior diversidade dos equipamentos da área da mecânica, não puderam ser constatadas se foram uma opção de quem selecionou os kits para a compra, ou simplesmente a não disposição de equipamentos em outras áreas pela empresa fabricante dos materiais

Para o restante dos equipamentos utilizamos a ferramenta de catalogação com o Google planilhas para agrupar cada peça em seu conjunto aumentando a organização da biblioteca virtual para possíveis trabalhos futuros.

2.3.1 Visão dos experimentos e propostas de atividades para cada área.

Identificando cada experimento por área, foi levantado o número de propostas experimentais nos livros de atividades, para cada um dos kits experimentais, representados nos gráficos Gráfico 2 a Gráfico 12. Isso contribui para se ter a noção das possibilidades de uso para cada kit experimental.

Gráfico 2: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento da mecânica



O conteúdo das propostas tratadas no kit do Plano Inclinado tem os seguintes temas: Velocidade média, função horária do movimento retilíneo uniforme (MRU), função horária do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), Força de equilíbrio (estudo vetorial), Força de atrito, Energia cinética, Energia Potencial, momento de inércia, conservação de energia.

No kit Conjunto lançador estuda-se os temas, MRUV no lançamento de um projétil, Energia cinética, Energia potencial, conservação de energia do momentum linear e angular, momento de inércia, período de oscilação.

Para o kit do Pêndulo Físico é feita uma análise do período de oscilação para diferentes corpos.

No kit das Roldanas estuda-se a aplicação de forças, com a segunda lei de Newton com representação vetorial de forças e forças resultantes para diferentes configurações de roldanas.

No experimento do Poço de potencial é apresentado de forma contra intuitivo o conceito de energia potencial e centro de massa, de forma que um dos corpos de prova, tem formato cônico, o que leva a ele ter um movimento aparentemente fora do “normal”.

Para o kit do Painel de forças é estudado a representação vetorial de força, forças resultantes usando um dispositivo com diferentes massas e medindo a força com um dinamômetro.

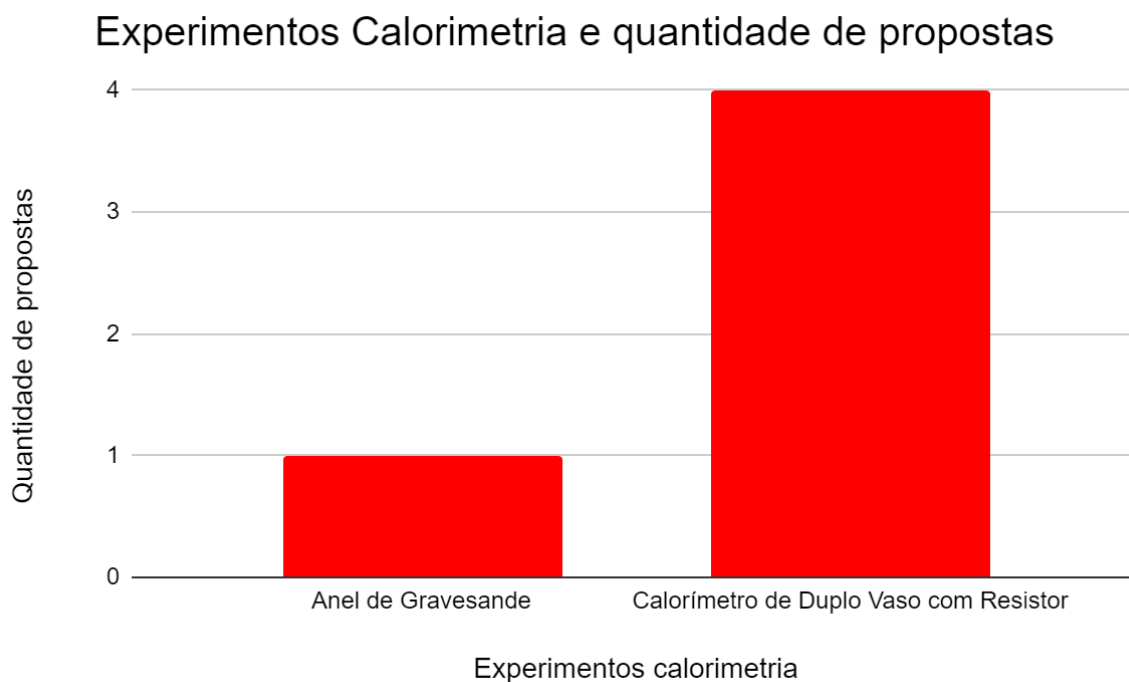
No experimento de Looping, através de um diagrama vetorial das forças que atuam ao longo do percurso em uma esfera rolando por uma canaleta é proposto calcular a altura mínima, e a energia potencial mínima para a esfera completar o loop no percurso. Além de estudado a força centrípeta no loop.

No Dinâmica de rotações, nesse experimento é estudado período, frequência, movimento circular uniforme (MCU), força e aceleração centrípeta, conservação do momento angular, pendulo cônico, no experimento existem diferentes tipos de montagem para os estudos de caso, e mede-se a força com um dinamômetro.

Para o kit de Queda dos corpos estuda-se conservação da energia cinética e potencial, movimento retilíneo acelerado, equação horária do movimento, nesse experimento os dados são coletados com sensores e tratados com software

No kit do Trilho de ar são estudados os conceitos de força atuante em um corpo, forças de atrito, estudo do MRU, MRUV; conservação momentum em colisão inelástica e conservação da energia mecânica, nesse experimento os dados também são colhidos por sensores.

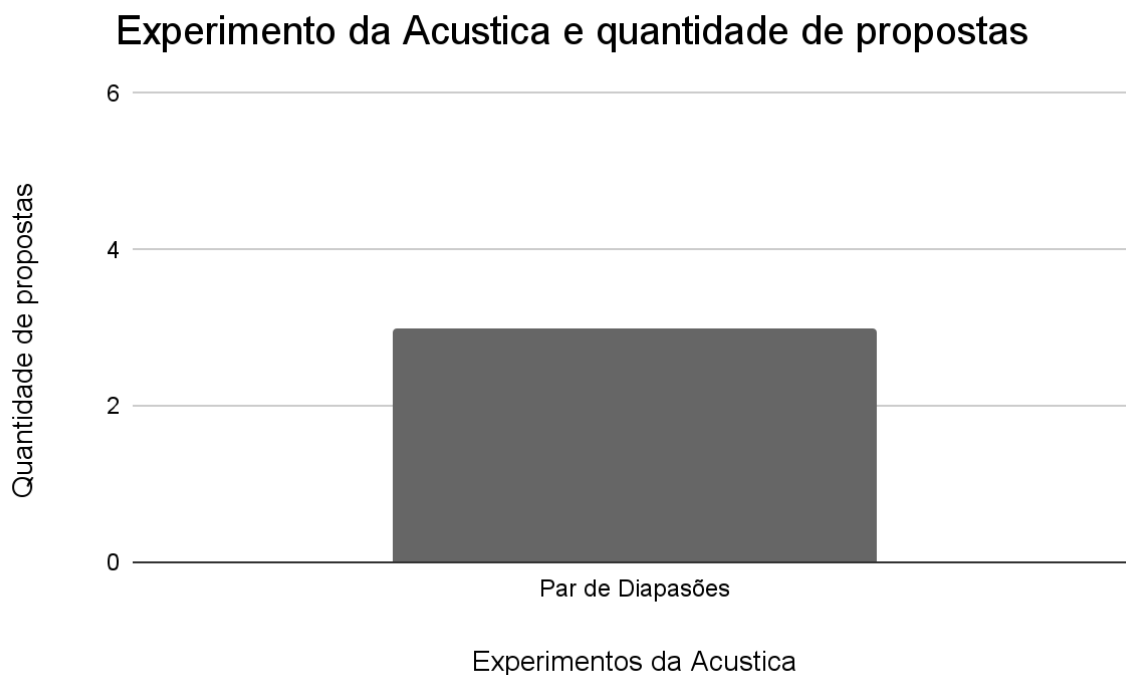
Gráfico 3: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento da calorimetria



A proposta do kit do Anel de Gravesande é mostrar a dilatação volumétrica de um metal, quando aquecido em que uma esfera a temperatura ambiente pode passar por um anel metálico, mas quando a esfera é aquecida (pela proposta, mergulhada em um recipiente com água quente) fica incapaz de passar pelo orifício do anel.

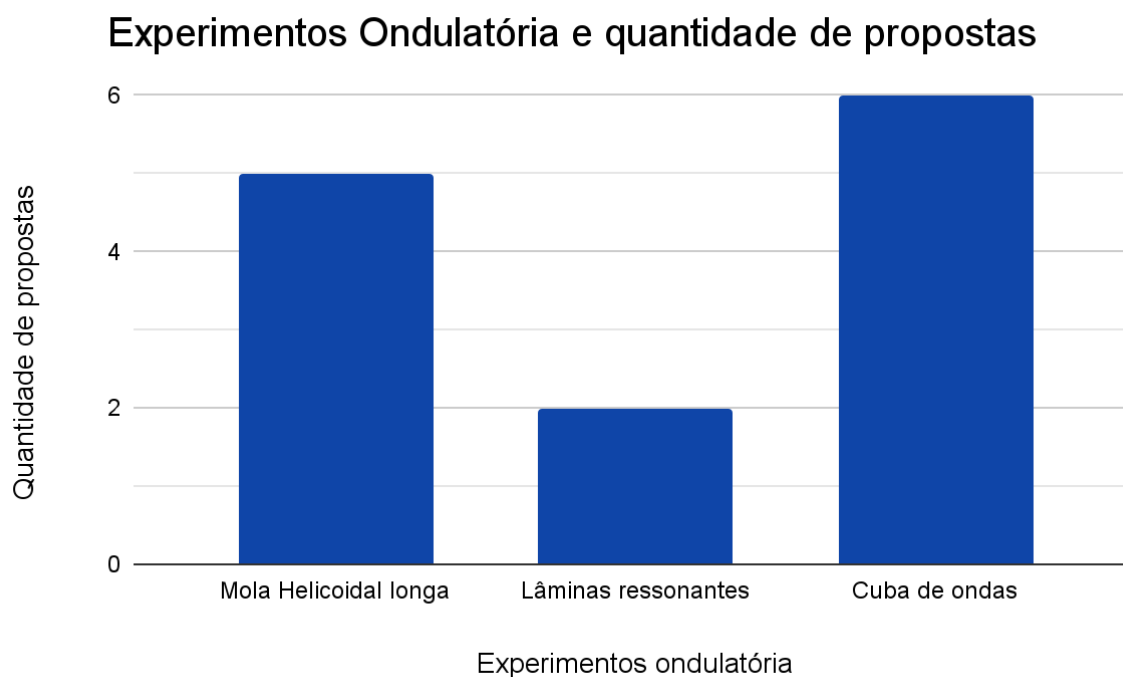
As propostas básicas do Calorímetro de Duplo Vaso são, identificar e calcular a capacidade calórica de um corpo e seu calor específico, esse corpo, sólido ou líquido, pode ser introduzido dentro de um copo com a água será aquecida, e com entradas para monitorar a temperatura. Algumas propostas para essa atividade necessitam muitos itens que não acompanham o kit original.

Gráfico 4: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento da acústica



Nesse kit é estudado, basicamente, a propagação do som em diferentes meios, frequência do diapasão do kit e demonstração do Efeito Doppler, com um conjunto de diapasão

Gráfico 5: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento da ondulatória



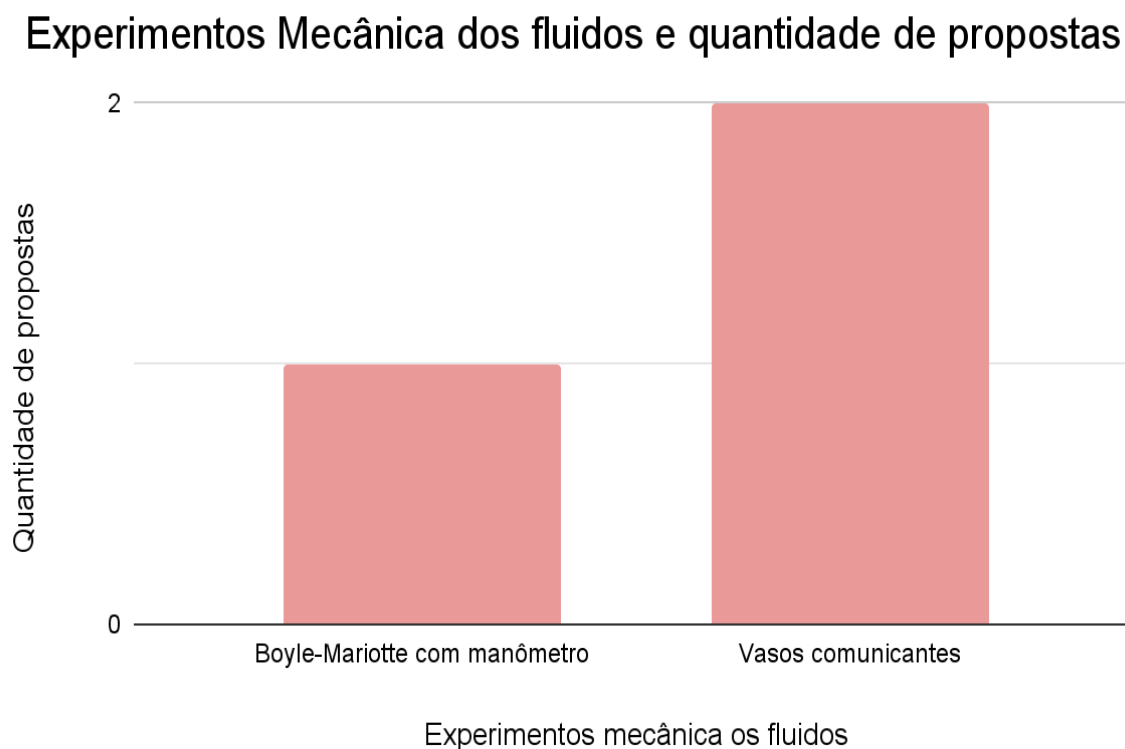
As propostas para o kit da Mola Helicoidal Longa em resumo, estuda o comportamento de uma onda em uma mola metálica, identifica e reproduz propriedades das ondas em uma mola (pulso longitudinal, onda periódica, frequência, comprimento de onda, interferência e reflexão da onda), velocidade da onda em uma mola, medir comprimento de onda.

Para as Lâminas Ressonantes estuda-se o fenômeno da ressonância, em diferentes configurações das laminas. O kit de Cuba de Ondas estuda os princípios das ondas planas em meio líquido, determinar frequência, medir comprimento de onda, determinar velocidade de propagação de uma onda.

No experimento da Cuba de Ondas podem ser realizados pulsos e ondas planas em meio líquido frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação.

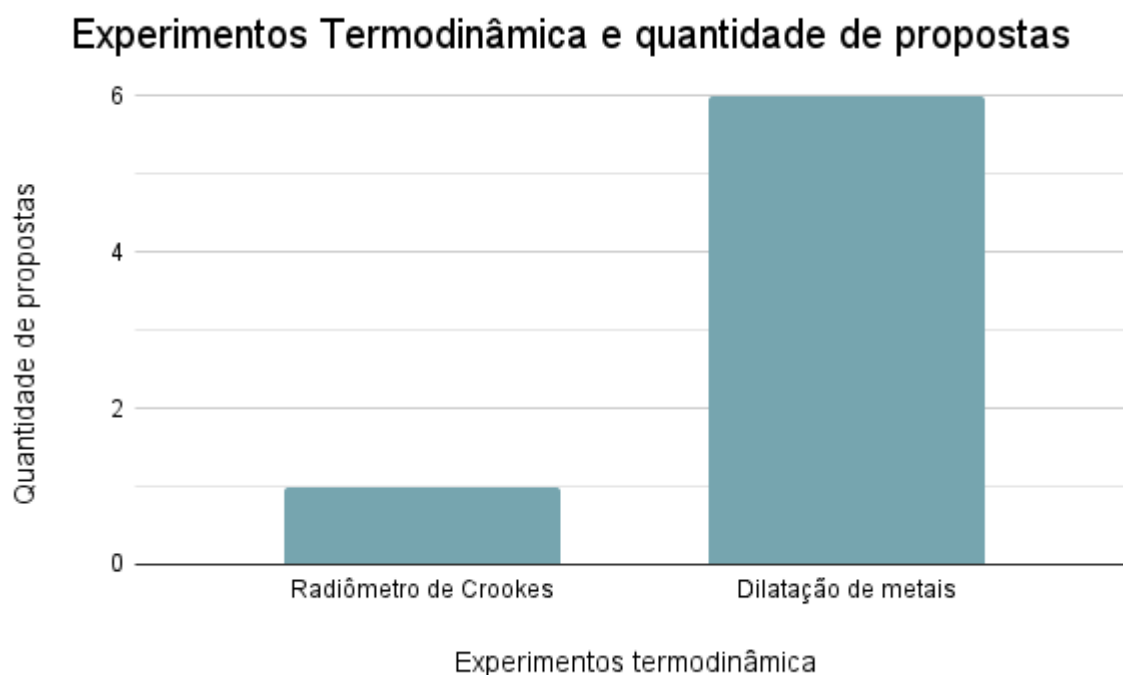
A proposta do conjunto Boyle-Mariotte é analisar a variação do volume de um gás a temperatura constante (volume é inversamente proporcional a pressão), é usado um pistão, com graduação para a posição do embolo, em que se pode aumentar a pressão no interior e controla-la, com um manômetro.

Gráfico 6: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento de mecânica dos fluidos



Os Vasos Comunicantes, são uma aplicação do princípio de Pascal, em que para um líquido no interior de um tubo aberto em todas as suas “saídas” o nível do líquido é a mesma em todas elas.

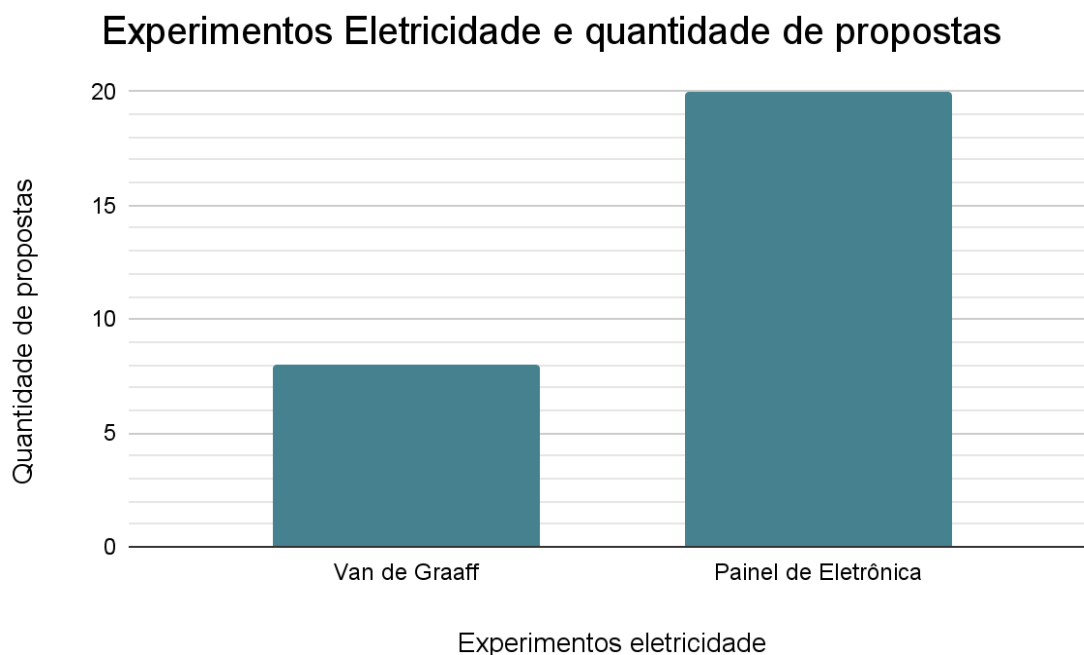
Gráfico 7: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento de termodinâmica



O kit da dilatação de metais relaciona a variação no comprimento de um metal em função de temperatura e do comprimento inicial, determina o coeficiente de dilatação linear do latão, do aço e do cobre usando um dilatômetro.

O Radiômetro de Crookes demonstra a influência da cor de uma superfície na absorção da radiação térmica. A interação da radiação com as faces de um conjunto de plaquetas em uma configuração de hélices, faz a mesma girar.

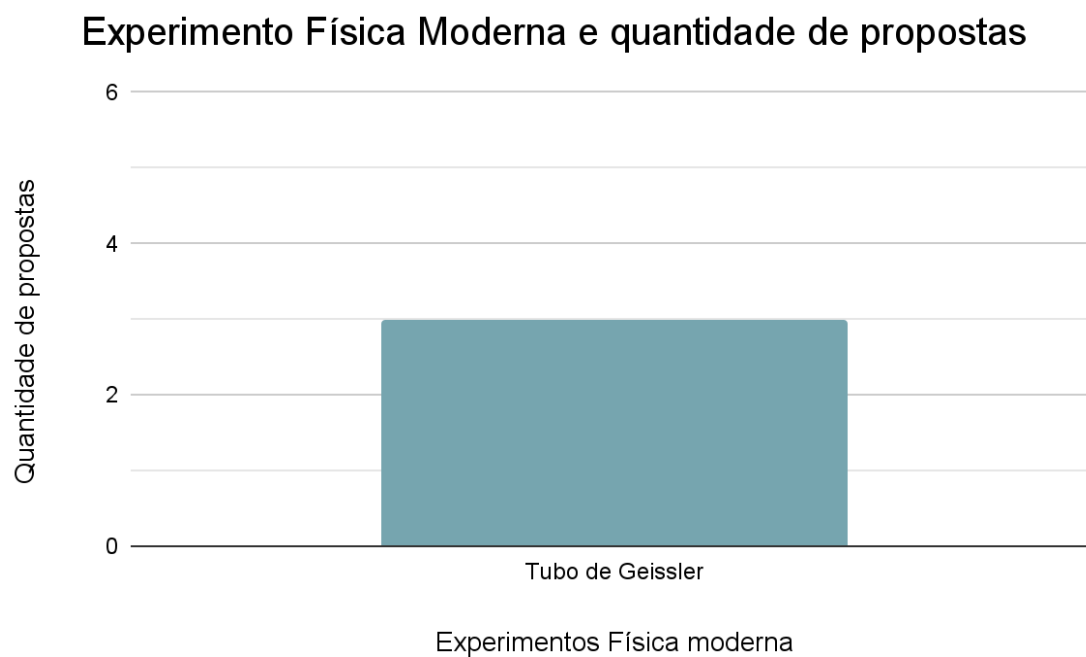
Gráfico 8: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento de eletricidade



O gerador de Van de Graaff, como já citado, estuda a eletrostática, o modelo de representação e interação de cargas elétricas a influência do campo elétrico em objetos, descarga elétrica.

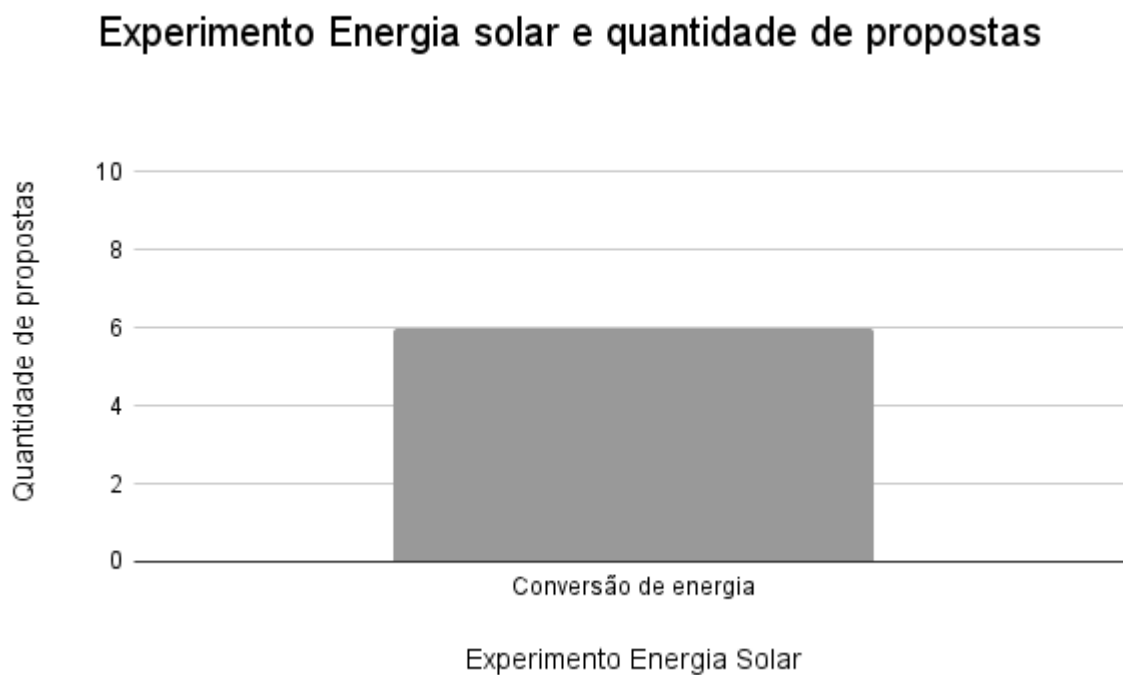
O painel de eletrônica, estuda diversos dispositivos eletrônicos e alguns dos objetivos para cada um são: Associação em série e em paralelo de lâmpadas, código de cores para resistores, caracterizar a lei de Ohm. Reconhecer e montar associações de resistores em série e em paralelo, e suas propriedades. Realizar medidas de corrente e tensão sobre os terminais de um potenciômetro. Identificar e aplicar lei das malhas de Kirchhoff. Caracterizar um capacitor, identificar uma associação de capacitores, calcular a capacitância equivalente de um sistema. Identificar o comportamento de um circuito RC, medir e calcular o tempo de carga e descarga de um capacitor em um circuito RC.

Gráfico 9: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento de Magnetismo



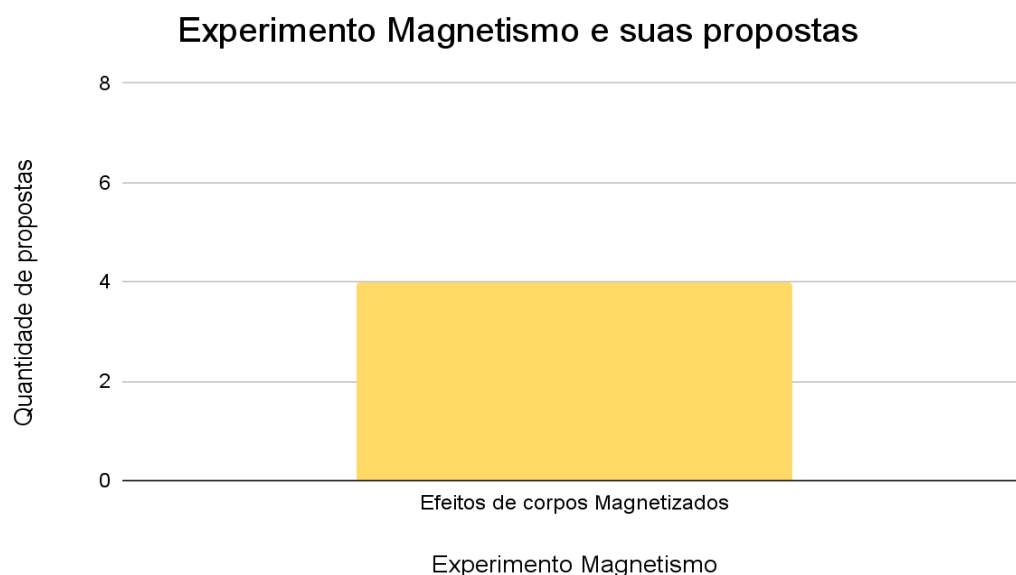
No experimento do Tubo de Geissler, como já tratado anteriormente, se estuda a emissão de luz por um gás submetido a uma alta diferença de potencial, além da possibilidade de interagir com a luz dentro do tubo, através de um ímã.

Gráfico 10: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento de Energia Solar



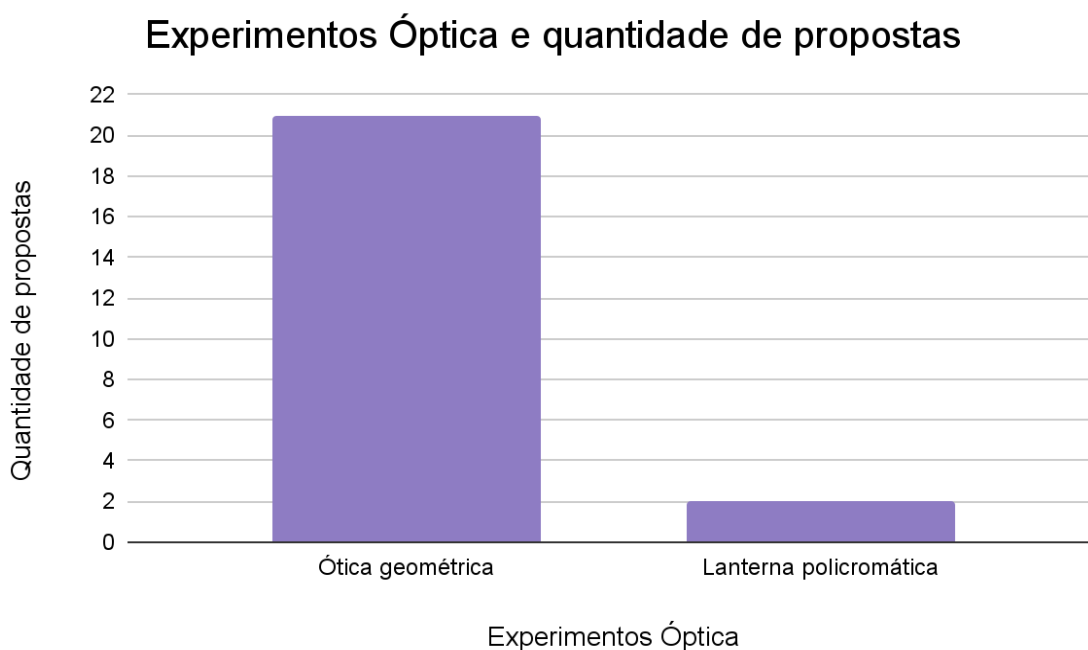
No experimento da Conversão de Energia Solar, as propostas estudam descrever os diferentes tipos de energia envolvidos e as transformações entre painel solar, acumulador e "carga" seja o carrinho, ou disco de Newton, além de analisar o rendimento do painel solar.

Gráfico 11: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento de Física Moderna



O conjunto dos corpos magnetizados busca reconhecer objetos que são ou não atraídos pelo ímã, desenhar as linhas de indução magnética produzidas por um e dois ímãs em posições frontais e paralelas; reconhecer a indução magnética sobre um objeto de ferro próximo a um ímã; reconhecer a formação de dipolos magnéticos ao se fracionar um ímã e verifica que é impossível isolar um pólo magnético de um ímã. Identificar os polos magnéticos de um objeto magnetizado.

Gráfico 12: Quantidade de propostas de atividades para cada experimento de Óptica



As propostas do kit de ótica geométrica e da lanterna policromática proporciona o estudo da óptica geométrica e suas interfaces, tais como:

- Simulação dos eclipses,
- A reflexão no espelho plano,
- Os principais elementos geométricos do espelho esférico côncavo e seus três raios principais, a
- Refração e suas leis,
- Os dióptros, a dispersão da luz nos prismas,
- A difração da luz utilizando diferentes lâmpadas e um CD;
- As lentes esféricas e suas principais características, a relação entre o objeto, a lente e a imagem gerada pela lente, a medida do comprimento de onda das faixas espectrais da luz, interferência, com banco óptico linear;
- A lei do deslocamento de Wien, a construção de alguns instrumentos ópticos, a influência de um campo magnético sobre o plano de polarização da onda eletromagnética.

O que temos com esse levantamento é uma dimensão ampliada do laboratório formado por esse conjunto experimental. Podemos perceber que, para as três grandes áreas da Física clássica (Mecânica, Eletricidade, Óptica) existem muitas propostas experimentais, que podem servir para demonstrar os conceitos básicos de cada área e cobrem bem um currículo de ensino

básico, levando em consideração do [SÃO PAULO](#), Secretaria de Educação. **Currículo Paulista**

Mas se analisarmos os fenômenos relacionados a junção de duas áreas, como o eletromagnetismo, percebemos a falta de propostas experimentais para estudo de conceitos como a produção de um campo magnético produzido por uma corrente elétrica, ou a produção de um campo magnético devido a uma corrente elétrica, o kit do magnetismo, se limita ao estudo do campo magnético produzido de maneira natural, ou ferromagnéticos.

Uma característica marcante desse conjunto é que todos os kits, são únicos, aparentemente pensados para o uso do tipo demonstrativo ou do tipo experimentos de cátedra, descritos por [FERREIRA \(1978\)](#), pois não foram encontradas evidências de que o laboratório fica aberto para os alunos, ao menos não esse conjunto experimental, pois, muitos desses kits não apresentavam nenhum sinal de uso

2.4 Experimentos e temas segundo as áreas de conhecimento

Por último, foi escolhido levantar os principais temas tratados pelos kits em suas respectivas áreas, e verificar se um tema era abordado mais de uma vez em uma mesma área com diferentes experimentos. Assim foi buscado nas áreas com mais de um kit experimental, (Mecânica, Calorimetria, Ondulatória, Mecânica dos Fluidos, Termodinâmica, Eletricidade e Óptica) a replicação de temas, porém só encontramos temas replicados nos experimentos de Mecânica, Ondulatória e Óptica, mostrado nos Gráficos 13 a Gráfico 15 na seção 3. Os temas observados para cada area, estão associados com seus respectivos conceitos da física estudados pelas propostas e descritos na Tabela 2.

Temas que são abordados mais de uma vez em diferentes experimentos, pode ser uma oportunidade de se abordar o tema e os conceitos de diferentes maneiras nesse laboratório.

Tabela 2:

Área de Conhecimento	Temas que se replicam	Conceitos estudados nos temas
Mecânica	Estudo do movimento	Calcular variáveis das equações do MRU e MRUV
Mecânica	Conceito de Força, qualitativo e vetorial	Aplicações das segunda e terceira leis de Newton
Mecânica	Energia Mecânica	Define os conceitos de conservação da energia mecânica, energia cinética e potencial
Mecânica	Momentum, Conservação momento	Identifica as quantidades, calcula os valores que demonstram a conservação de momento
Mecânica	Momento de inércia, Período de Oscilação	Momento de inércia de um corpo
Ondulatória	Características de ondas	Identificar e calcular comprimento de onda, período, frequência
Ondulatória	Propagação de ondas	Velocidade de propagação de ondas
Óptica	Simulação de eclipses	Aplicação dos princípios da óptica geométrica e suas limitações
Óptica	Composição e decomposição da luz	Observar a composição da luz branca, com as outras cores

Gráfico 13: Os temas em mecânica e o número de experimentos em que eles são abordados

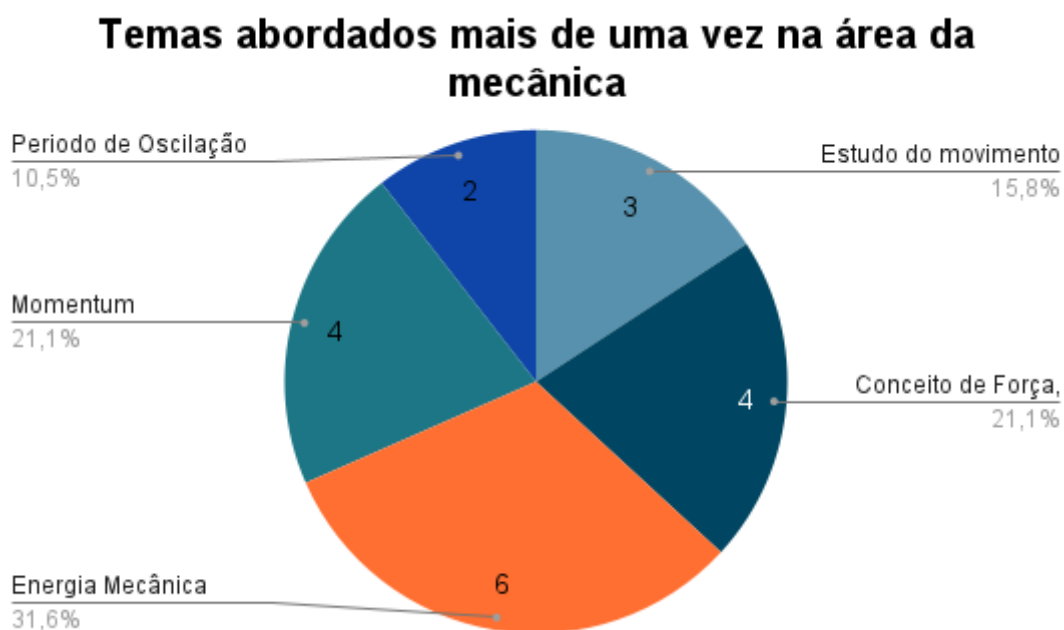
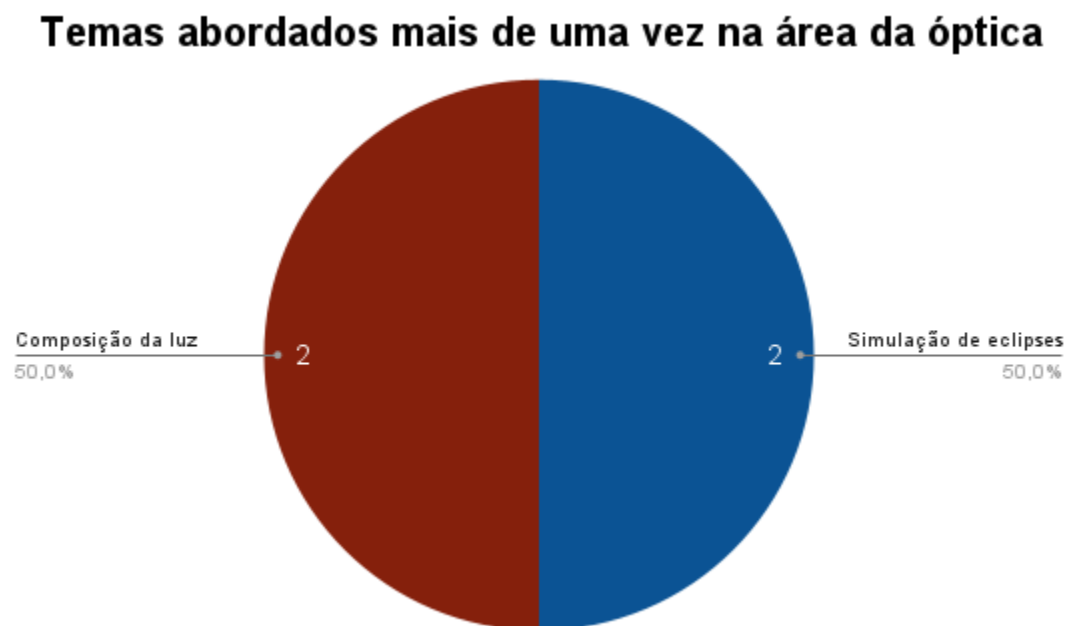


Gráfico 14: Os temas em ondulatória e o número de experimentos em que eles são abordados



Grafico 15: Os temas na área da óptica abordados mais de uma vez e a quantidade de vezes que são abordados



A simetria das propostas do kit de óptica provavelmente se dá, pois, os dois kits se completam, ou seja, o kit de Óptica geométrica utiliza da lanterna policromática, no conjunto de mesmo nome, para algumas atividades, assim incorporando algumas atividades dela

3 ATIVIDADE COM OS MATERIAIS EXPERIMENTAIS

Em visita à escola, com o grupo de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado II no ano de 2022, observamos aspectos interessantes no ambiente de laboratório dessa escola. Observamos que alguns dos experimentos estavam sob um armário, e alguns deles mostravam certas marcas de uso, porém estavam muito empoeirados, um sinal de que esses experimentos, já foram usados um dia, mas a algum tempo estavam ali parados. Outro ponto é que, muitos outros materiais dos kits, aparentava nenhum sinal de uso e embrulhados no plástico bolha, o que nos leva a pensar que poucos kits são utilizados durante o ano, e ainda, não podemos concluir se a utilização desses kits são necessariamente as propostas do livro de atividades do conjunto.

3.1.1 Gerador eletroestático de Van de Graaff

Durante essa visita à escola, tentamos montar uma proposta experimental relacionada ao gerador de Van de Graaff, efeito do "vento elétrico" com o torniquete. Tivemos que localizar todos os materiais necessários para essa proposta, pois essa não aparentava ser uma prática experimental já utilizada, então foi feita a montagem do aparato, seguindo as instruções do livro do fabricante, como mostrado nas figuras.

Figura 5: torniquete em formato de "x" a esquerda (5a) e, a direita, haste (5b) onde ela é colocada



5 (a)



5 (b)

Podemos constatar que o efeito de ionização do ar, pelas pontas da hélice estava ocorrendo, mas, provavelmente, pela baixa quantidade de carga acumulada, a velocidade de

rotação é mais baixa do que o esperado. Para melhorar a acúmulo de cargas, seguindo as orientações do fabricante deveríamos fazer a limpeza da correia em atrito com o plástico, e a aplicação do pó de caulim, na extensão da correia, e a secagem do equipamento com um secador de cabelos, este último item, não disponível no momento. Esse gerador tinha outras marcas de uso, a correia de atrito apresentava diversos cortes em sua extensão, e uma esfera menor de alumínio, usada em uma proposta para carregar outro corpo, continha várias regiões amassadas em sua superfície

Figura 6: Visão do aparato experimental montado, o torniquete apoiado sob uma ponta, conectado a esfera condutora, o torniquete gira, ao ser eletricamente carregado. Fotos feitas pelos autores

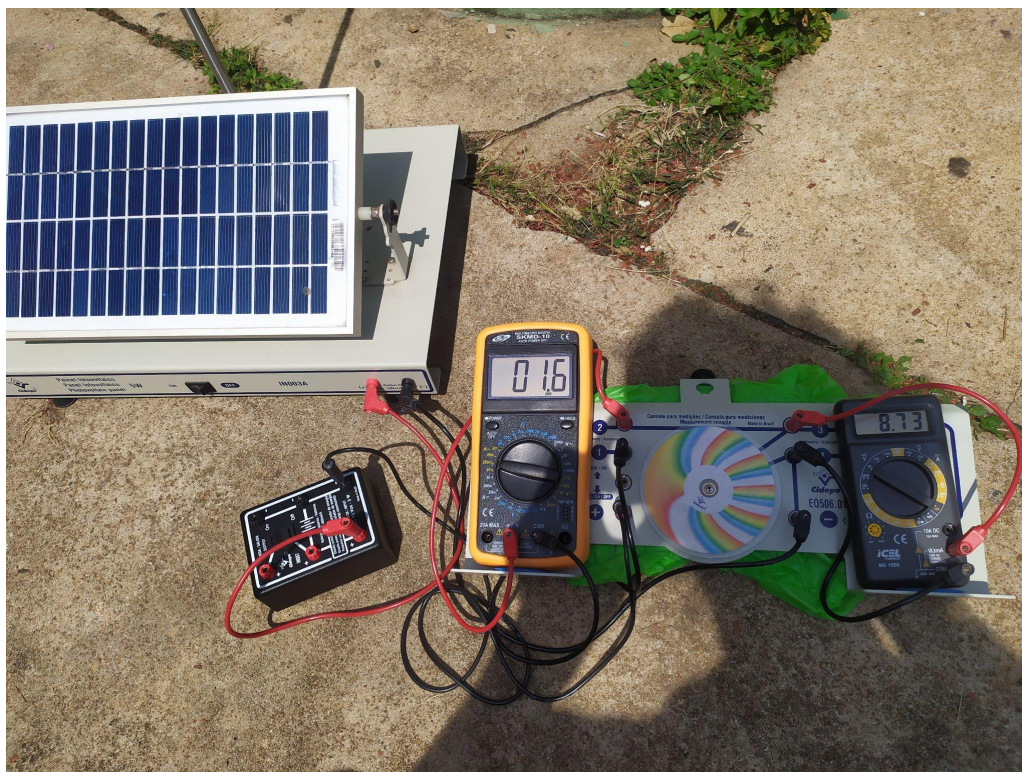


Figura 7: marcas de amassado na esfera utilizada. Fotos feitas pelos autores



3.1.2 Energia solar - Conjunto conversão da energia com bateria solar 5 W

Figura 7: Um painel fotovoltaico, carregando uma bateria e girando o disco de Newton. Os multímetros medem 8,73 V e 1,6 mA. Fotos feitas pelos autores

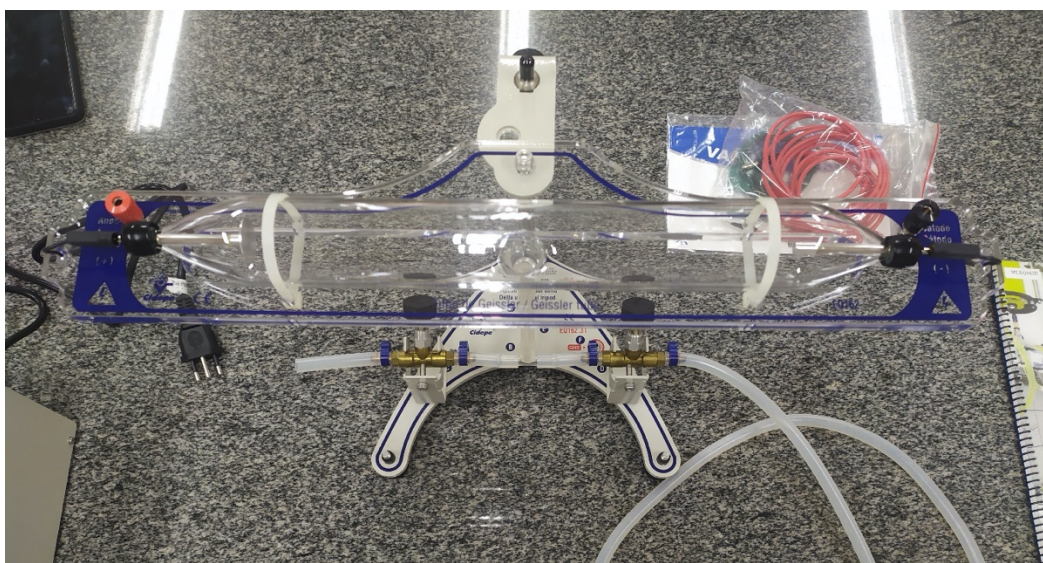


Foi testado o kit de conversão de energia com painel solar, um dos multímetros que acompanhava o kit originalmente, não foi encontrado, então foi adaptado com outro, que havia no próprio sem nenhum tipo de perda. Nessa montagem o painel fotovoltaico, converte a energia luminosa do Sol, nesse caso, em energia elétrica, e essa energia estava sendo usada para girar o disco de Newton, entre os multímetros em que, um media a tensão e outro a corrente elétrica do circuito. O acumulador de cargas do sistema, parecia estar operando sem problemas.

3.1.3 Física moderna - Conjunto tubo de Geissler com fonte e bomba de vácuo

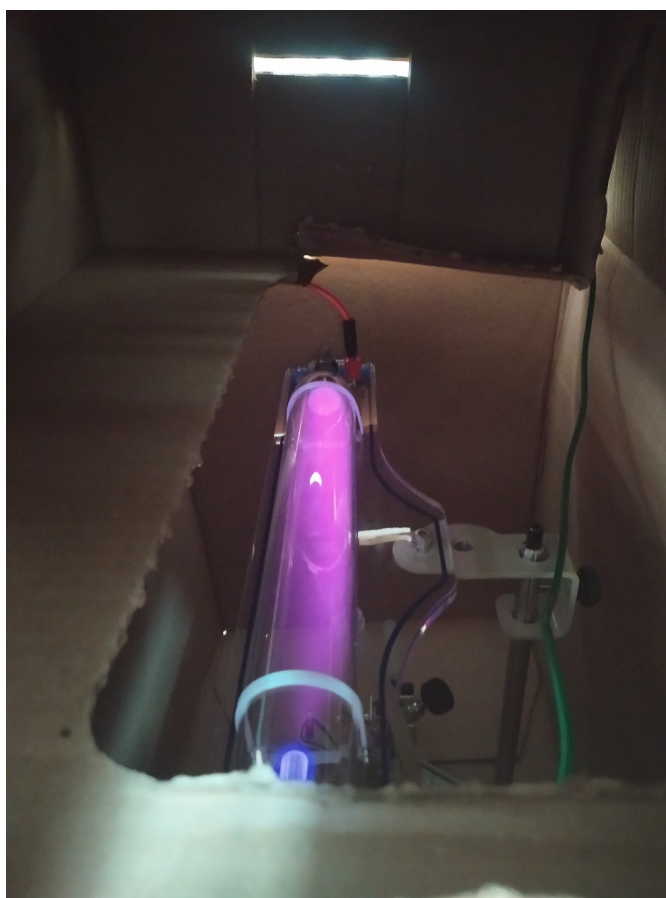
Outra atividade testada foi utilizando o kit do Tubo de Geissler (*Figura 7*), que apresentou muitas dificuldades relacionados à bomba de vácuo do kit. Deve ser gerado uma baixa pressão no interior do tubo assim, aumenta-se a condutividade elétrica desse meio, resultando maior facilidade de passar uma corrente elétrica entre os terminais em seu interior.

Figura 8: Tubo de Geissler. Fotos feitas pelos autores



A corrente elétrica que agora passa pelo tubo a baixa pressão, pode ionizar as moléculas de gás em seu interior, a frequente excitação dos elétrons, para níveis superior e inferior da

Figura 9: Tubo de Geissler, com o gás a baixa pressão no tubo, e submetido a uma alta tensão nos terminais. Fotos feitas pelos autores



camada eletrônicas, resulta na luz no interior do tubo, observado na Figura 9.

As dificuldades encontradas relacionadas a bomba de vácuo estavam relacionadas a sua tensão de operação. No laboratório da escola, não havia uma fonte de tensão de 220 V, mesmo a bomba sendo bivolt, quando ligada em 110, a bomba esquentava muito, e era difícil produzir a pressão necessária no tubo. A tomada para a operação ideal, foi encontrada em uma área perto do pátio, mas longe do laboratório.

O aparato de papelão ao redor do tubo, serve para melhor visualizar a luz emitida em seu interior.

3.2 A feira de ciências da escola

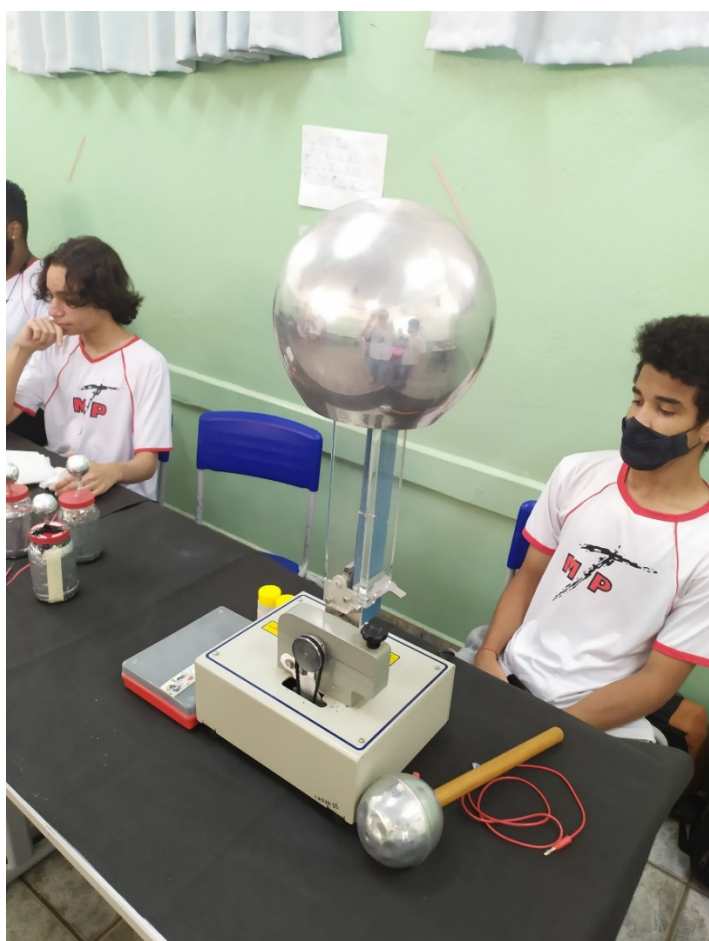
Na escola da qual os materiais analisados pertencem, estava agendado um evento do tipo feira de ciências e cultura, em que a escola fica aberta a visitas da comunidade escolar. Nesse evento os alunos eram responsáveis por escolher temas de diversas áreas, das Ciências Naturais, Ciências Humanas e Artes, e apresentarem ao público em geral.

A atuação do grupo de Prática de Ensino, junto com outros professores da escola, foi a de auxiliar os alunos em temas escolhidos pelos próprios alunos, uma ótima oportunidade de utilização dos materiais do laboratório didático.

Dentro os temas escolhidos pelos alunos alguns foram possíveis a incorporação dos kits de material experimental descritos do acervo sob a orientação do grupo de prática de ensino.

Os kits escolhidos para serem usados no evento foram o gerador eletroestático de Van de Graaff, o tubo de Geissler e o de conversão de energia com bateria solar, descritos na seção anterior.

Figura 10: Bancada do grupo com o gerador eletroestático e as garrafas de Leiden sob a mesa do lado esquerdo. Fotos feitas pelos autores



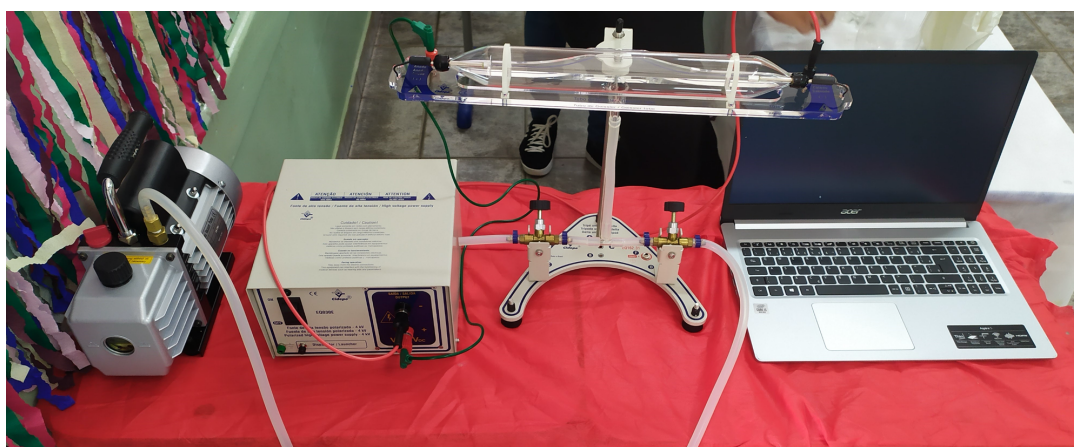
A turma de prática de ensino atuou como orientadores dos grupos de alunos, para a discussão acerca dos conceitos teóricos e para o uso dos materiais experimentais para seu respectivo tema.

A proposta de uso do grupo de trabalho com o kit gerador eletroestático, acrescentou a “garrafa de Leiden”, um acumulador de cargas, que eram geradas pelo gerador Van de Graaff. O grupo podia demonstrar as pequenas descargas elétricas que ocorriam entre a esfera maior do gerador, e a esfera de alumínio da garrafa, depois, por um fio conectado a garrafa, mostravam a

descarga elétrica entre a parte de dentro da garrafa (carregada) e a parte de fora. As garrafas de Leiden já estavam montadas no laboratório da escola, e não pertenciam ao conjunto analisado. Além das garrafas, também foram utilizadas demonstrações de eletrização por atrito com canudos de plástico

O outro grupo, que trabalhou com o tubo de Geissler teve que apresentar o equipamento em outro local, pois na sala de aula, não existia uma tomada com tensão 220 V para a bomba, inicialmente eles estavam usando um vídeo para demonstrar o efeito. Superado esse problema o resultado foi o obtido na Figura 8.

Figura 11: Bancada com o experimento do tubo de Geissler, notebook onde era mostrado o vídeo com o equipamento funcionando. Fotos feitas pelos autores



Esse experimento, estava com o grupo que pretendia apresentar as concepções dos 4 elementos naturais (água, ar, terra e fogo) e como eles se organizam na natureza, sob a concepção Aristotélica, foram usados materiais não pertencentes ao conjunto analisado na seção 2.2, a demonstração adicional constituía em mostrar a mudança de cor, pela oxidação da dipirona e água em contato com água sanitária dentro de uma garrafa PET, depois, era queimado um canudo de papel, e era observado a entrada de parte da fumaça para dentro da garrafa PET ficando sob o líquido mudando de cor, do azul para o amarelo.

O experimento do tubo de Geissler mostrava a maior complexidade dos modelos que explicam os efeitos da matéria.

O kit da conversão de energia foi utilizado por um grupo que tinha um tema parecido ao do referido kit. No dia do evento, a apresentação foi feita dentro de uma sala, para isso foi providenciado uma lâmpada nova para o kit, a original não estava com o conjunto, com a

proposta de demonstração usando o disco de Newton. A dinâmica da rotação foi observada igual ao realizado no pátio da escola.

Figura 12: Painel fotovoltaico sendo usado com a lâmpada de alta intensidade luminosa (11a), funcionando o disco de newton (11b). Fotos feitas pelos autores

12(a)



12(b)



4 Considerações finais

Para o conjunto de materiais de laboratório estudado notamos uma predominância maior nos materiais da área da Mecânica seja no número de experimentos e na quantidade de propostas experimentais contidas nos livros de atividades. Considerando ainda que cada experimento pode ser uma maneira diferente de abordar um tema ou ainda, uma maneira diferente de se abordar um conceito, os experimentos da Mecânica são os que mais oferecem essa diversidade em abordagens.

Porém para a utilização de todos esses kits, é necessário que o professor despenda tempo para a preparação do experimento, visto que o funcionamento desses está diretamente ligado a sua manutenção/limpeza e a preparação da atividade. Percebe-se que os detalhes das montagens dos experimentos tomam muito tempo do professor, que sozinho, fica sobrecarregado e não consegue aproveitar as oportunidades didáticas que os materiais podem oferecer.

O tempo necessário para as preparações das atividades na escola em que analisamos o laboratório, foi “suprido” pelos colegas, graduandos de Licenciatura em Física, que participaram esse ano do trabalho com os materiais experimentais dessa escola, que atenderam demandas dos alunos dessa escola e respectivos professores para elaboração dos arranjos experimentais diversos.

A possível barreira do tempo - que deve ser despendido pelo professor para estudar o material -, pode refletir-se em uma barreira aos alunos da Educação Básica na utilização do material por eles mesmos, pois, mesmo que o laboratório seja aberto, os alunos precisam de um mínimo de instruções quanto aos cuidados com o material, além de sequencias de instruções bem definidas para sua utilização. Dessa forma, como se encontram no momento, os materiais experimentais também não se tornam acessíveis diretamente aos estudantes.

Durante a elaboração das propostas para os grupos dos alunos, na atividade *Feira do Conhecimento*, as principais dificuldades enfrentadas foram:

- Gerenciar a montagem de determinado experimento: Durante a montagem dos aparatos, era difícil aos futuros professores se atentar às instruções dos manuais, notava-se certa ansiedade para partir para a tentativa e erro. Tal abordagem é bastante arriscada, uma vez que pode ocasionar a perda de um equipamento, pois as escolas podem não ter facilidade em repor o mesmo.

- Incerteza com relação a montagem e proposta: A montagem do aparato tem muitos detalhes, e leva tempo para ser preparada, como essa dificuldade na preparação foi sentida pelo grupo de estudantes de Prática de Ensino de Física, e podemos considerar igualmente que ela é sentida pelos professores da escola. Uma possibilidade importante é a de que depois de preparados os detalhes pelos colegas graduandos da Licenciatura em Física, os professores da escola se sentem seguros e passem a usar mais alguns dos experimentos.
- Traduzir os anseios dos alunos: as propostas experimentais dos estudantes da Educação Básica foram atendidas pelos colegas, mas tiveram que passar por um processo de entender o que os alunos queriam, e sugerir um procedimento que se aproveitasse a utilização do laboratório para a construção do conhecimento deles. Caso o grupo de futuros professores da disciplina de Prática de Ensino não tivesse apresentado os materiais desses conjuntos para os alunos, provavelmente não seriam cogitados incluí-los em suas apresentações da *Feira de Conhecimento*, o que evidencia a importância do professor na aproximação com tais equipamentos.

Ainda sobre essa última dificuldade, para o grupo com o experimento usando o tubo de Geissler, havia uma certa barreira de entendimento para eles relacionarem a observação de luz no tubo, com o outro experimento proposto por eles. Os aspectos que chamam a atenção são, os alunos pareciam especialmente interessados em mostrar em outra prática demonstrativa a mudança de cor do líquido, e os aspectos da teoria aristotélica. Mostraram-se relutantes em utilizar o experimento do tubo de Geissler, que exigia a proximidade com uma tomada 220 V necessária para acionar uma bomba de vácuo. A dificuldade em montar o experimento na mesma bancada contribuiu para afastá-los “fisicamente” do experimento, ainda que fossem capazes de explicá-lo, preferindo assim apresentarem a demonstração do tubo de Geissler em vídeo. Por isso observamos que havia certa dificuldade em comunicar uma demonstração com as outras utilizadas pelos estudantes.

É curioso notar ainda que embora a área da mecânica esteja mais completa em termos de números de experimentos, de propostas para eles e da quantidade de temas abordados em diferentes experimentos, esses não parecem se encaixar em uma necessidade ou despertar o interesse dos alunos para estudo, o que ficou evidenciado nas apresentações de temas da *Feira de Conhecimento*, mesmo quando eles tiveram a oportunidade de escolher nesse evento.

4.1 A luz dos saberes

Praticamente todos os conceitos da Física envolvidos nos experimentos observados durante essa pesquisa foram estudados durante a formação acadêmica dos futuros professores, ou seja, durante a construção de seus *Saberes Docentes* relacionados aos conhecimentos da área de Física. Porém, para explicá-los, no contexto do experimento, foi necessário preparar o conteúdo, uma das partes essenciais no trabalho docente, considerando assim neste aprendizado docente, os Saberes da prática docente.

A preparação técnica dos materiais requer também tempo de preparação. Durante a graduação, o conhecimento acerca dos detalhes de montagem e preparação dos experimentos, se concentra nos profissionais técnicos de laboratório. Na escola em que o trabalho foi realizado, não se contava com um profissional desse, com conhecimentos específicos, sendo ali uma atribuição do professor preparar esse tipo de atividade. Como alguns desses conjuntos do laboratório da escola foram pouquíssimas vezes usados, a preparação deles passa pela própria construção do *Saber Experiencial* do professor, inclusive de como operar esses materiais antes e durante a aula.

Assim, a situação observada, qual seja o possível não uso do material pelos professores, pode ser atribuído a dificuldade em prepará-lo para o manuseio, e, também, o não conhecimento das propostas abordadas por eles.

Com relação as propostas sugeridas nos guias que acompanham o conjunto dos materiais, espera-se que o levantamento feito nesse trabalho possa servir de um guia para consulta de suas possibilidades de aplicação para ilustrar ou inserir tais materiais em atividades de ensino.

As atividades realizadas na escola, na *Feira de Conhecimento* e acompanhando os estudantes da educação Básica, ofereceram aos futuros professores a oportunidade de montar alguns desses experimentos, até mesmo os equipamentos poucos utilizados e mostrar o possível uso desses no ensino de física. A experiência e o conhecimento adquirido pelos futuros professores, para a montagem dos equipamentos e preparação de práticas, pode ser passada para os professores, reforçando a importância dos *Saberes da Ação Pedagógica*.

Mesmo para os materiais que já apresentavam que aparentavam algum uso, em especial o gerador Van de Graaff, a proposta de outras utilizações, como o vento elétrico, descrita na seção 3.1.1, não parecia ter sido executada antes, e pode ser melhorada, em termos dos efeitos produzidos, com a limpeza da parte de eletrização por atrito entre a correia e o material de plástico das roldanas, bem outros mecanismos de eletrização ali presentes. O estudo de tal

equipamento permitiu inclusive aos futuros professores fazer recomendações de manutenção do experimento didático para a direção da escola e para a professora de Física, como a troca da correia, que apresentava defeitos pelo desgaste de uso.

4.2 A disciplina de Prática de Ensino

Não se pode deixar de lado alguma reflexão do papel da disciplina de Prática de Ensino em provocar situações que levam os futuros professores a articularem os saberes no contexto dinâmico da escola. A situação proposta a esses futuros professores, além de colocarem materiais pouco usados pela escola em ação, trouxe para reflexão dos futuros professores a dimensão do uso de experimentos didáticos no ensino de física; de como precisamos agir de maneira sistemática para a preparação do experimento, observando o tempo que é despendido pelo professor para a montagem do arranjo, ponto fundamental, visto que, durante o dia a dia de trabalho, a agenda do professor pode vir a ficar bastante comprometida por outras tarefas da burocracia escolar.

Outro ponto de reflexão que a disciplina trouxe é da relação dos alunos com os experimentos. A aproximação pelo encanto com o experimento parece ter algumas características tais como, o aluno se sentir um cientista, por mais que o experimento didático seja diferente do experimento para a Ciência, e ainda, quais são os efeitos visuais produzido pelo experimento, caso os efeitos sejam muito chamativos esses experimentos podem se relacionar mais facilmente com os alunos.

Na disciplina de Prática de ensino, na forma que se desenvolveu com as observações e intervenções, os futuros professores podem debater sobre esses tipos de experiências vivenciadas em um ambiente real da escola, fortalecendo o hábito da reflexão sobre suas próprias ações de ensino.

REFERÊNCIAS:

ALVES, J. P. **Atividades Experimentais: Do método à prática construtivista**. Tese (Doutorado), UFSC: Florianópolis, 2000.

BENETTI, B.; RAMOS, E. M. de F. Atividades experimentais e ensino de ciências: reflexões e diálogos com professoras dos anos iniciais do ensino fundamental. Águas de Lindóia. **Anais 2. Congresso Nacional de Professores** São Paulo: UNESP; PROGRAD, 2014. p. 5175-5185

CIDEPE. **Manual CIDEPE Física Experimental** - Mecânica - Plano inclinado RA, com sensores e software - EQ801 Luiz Antonio Macedo

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira** – um ensaio sobre a instrumentação no ensino médio de física. Dissertação (Mestrado), Instituto de Física e Faculdade de Educação, USP: São Paulo 1978.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GAUTHIER, C. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas sobre o saber docente**, 3ª edição; Ijuí - RS, Editora Unijui 2013.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à Pesquisa Científica**, 4ª edição, Campinas -SP, Editora Alinea, 2005

SÃO PAULO, Secretaria de Educação. **Currículo Paulista**; Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2022/02/Habilidades_Ci%C3%Aancias-da-Natureza-e-suas-Tecnologias_1%C2%AA-e-2%C2%AA_S%C3%A9rie_EM.pdf> Acesso em (12/11/2022)

SILVA, A. L. da. **Laboratório didático: perspectivas experimentais do ensino de física no nível médio**. 2012. 61 f. Trabalho de conclusão de curso (licenciatura - Física) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/121162>>.