



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN



# ADAPTAÇÃO E PORTABILIDADE DO EXPERIMENTO “CONSTRUÇÃO DE UMA LENTE DE ÁGUA E CONE LASER PARA MOSTRAR PROPRIEDADES DA IMAGEM”



**ALUNO:**

**GIULIANO P SPAZZIANI      061176**

*g061176@dac.unicamp.br*

**ORIENTADOR**

**PROF. DR. JOSE J. LUNAZZI**

*lunazzi@ifi.unicamp.br*

CAMPINAS

JUNHO DE 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN

# ADAPTAÇÃO E PORTABILIDADE DO EXPERIMENTO “CONSTRUÇÃO DE UMA LENTE DE ÁGUA E CONE LASER PARA MOSTRAR PROPRIEDADES DA IMAGEM”

Relatório final de atividades da disciplina F 609 – Tópicos  
de Ensino de Física I, sob responsabilidade do Prof. Dr.  
Jose Joaquin Lunazzi

**ALUNO:**

**GIULIANO P SPAZZIANI      061176**

*g061176@dac.unicamp.br*

**ORIENTADOR**

**PROF. DR. JOSE J. LUNAZZI**

*lunazzi@ifi.unicamp.br*

CAMPINAS

JUNHO DE 2016

## SUMÁRIO

<b>1. RESUMO</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIÇÃO E OBJETIVO</b>	<b>4</b>
<b>3. METODOLOGIA E ANÁLISE</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Caracterização Qualitativa da Montagem         Experimental Existente</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Caracterização Quantitativa da Montagem         Experimental Existente</b>	<b>7</b>
<b>3.3 Proposta de Adaptação</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Execução do Projeto</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Aplicação do Projeto</b>	<b>21</b>
<b>4. DESCRIÇÃO DO FENÔMENO</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Lentes</b>	<b>24</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>27</b>
<b>6. COMENTÁRIO DO ORIENTADOR</b>	<b>28</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>29</b>

## **1. RESUMO**

Este trabalho propõe a adaptação de um experimento já existe, de modo a torná-lo mais compacto e portátil para que um número maior de pessoas possa ter acesso a ele, com o experimento podendo ser transportado a diferentes ambientes.

## **2. DESCRIÇÃO E OBJETIVO**

O trabalho foi realizado como parte da avaliação da disciplina F 609 – Tópicos de Ensino de Física I, ministrada pelo Prof Dr Jose Joaquin Lunazzi feito sob orientação do referido professor.

O projeto diz respeito a adaptar o experimento “Construção de uma Lente de Água e Cone Laser para Mostrar Propriedades da Imagem” (VISCHI) para que este seja mais portátil, de modo que possa ser transportado e feito em diferentes lugares e com diferentes públicos.

O experimento consiste numa grande lente cujo interior é cheio de água, e que, apoiada numa base, incide sobre ela um laser, de modo que assim seja possível observar o comportamento do laser ao passar por esse tipo de lente, ou seja, o que acontece com um feixe de luz ao passar por uma lente e foi concebido pelo aluno Valmir Rogério Vischi, como parte da disciplina F 609 – Tópicos de Ensino de Física I.

Para entender melhor o funcionamento de tais dispositivos, utilizou-se também o trabalho do também aluno Rubens Granguelli Antoniazi.

Tem-se, então, o objetivo do experimento: não apenas observar o comportamento do laser, mas também adaptar o experimento a fim de torná-lo portátil, saindo do contexto dos papéis dos livros e apostilas, levando a física de um modo diferente aos alunos.

### 3. METODOLOGIA E ANÁLISE

Como a proposta do projeto é a adaptação de um experimento já existente, deve-se caracterizar o que já existe, de modo a deixar claro e facilitar as intervenções.

#### 3.1 Caracterização Qualitativa da Montagem Experimental Existente

A montagem já existente está apresentada na figura 1.

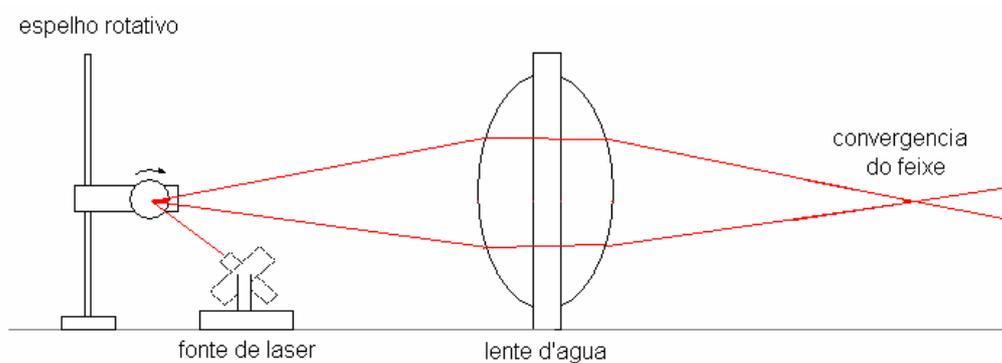


Figura 1. Montagem experimental do experimento “Lente de Água e Cone Laser”.

Percebe-se da figura 1 que os componentes do experimento estão no mesmo plano.

Das figuras 2 e 3, tem-se uma visão da montagem efetuada, que consiste na fixação da fonte de laser e do espelho rotativo em uma base, e a lente de água apoiada sobre outra base, separada da primeira.



Figura 2. Montagem da fonte de laser e do espelho rotativo



Figura 3. Montagem da Lente de Água

Essa montagem se dá para que a fonte de laser e o espelho rotativo fiquem sempre já alinhados, de modo com que o laser seja projetado de forma correta até a lente.

Por sua vez, a lente está numa base separada justamente para que haja possibilidade no deslocamento do experimento, uma vez que as duas bases juntas o tornaria pesado e grande demais para qualquer transporte.

### **3.2 Caracterização Quantitativa da Montagem Experimental Existente**

Feita a caracterização qualitativa da montagem existente, ela foi então caracterizada quantitativamente, ou seja, suas medidas foram tomadas a fim de que as adaptações sejam realizadas.

A caracterização está apresentada nas figuras 4 a 7.

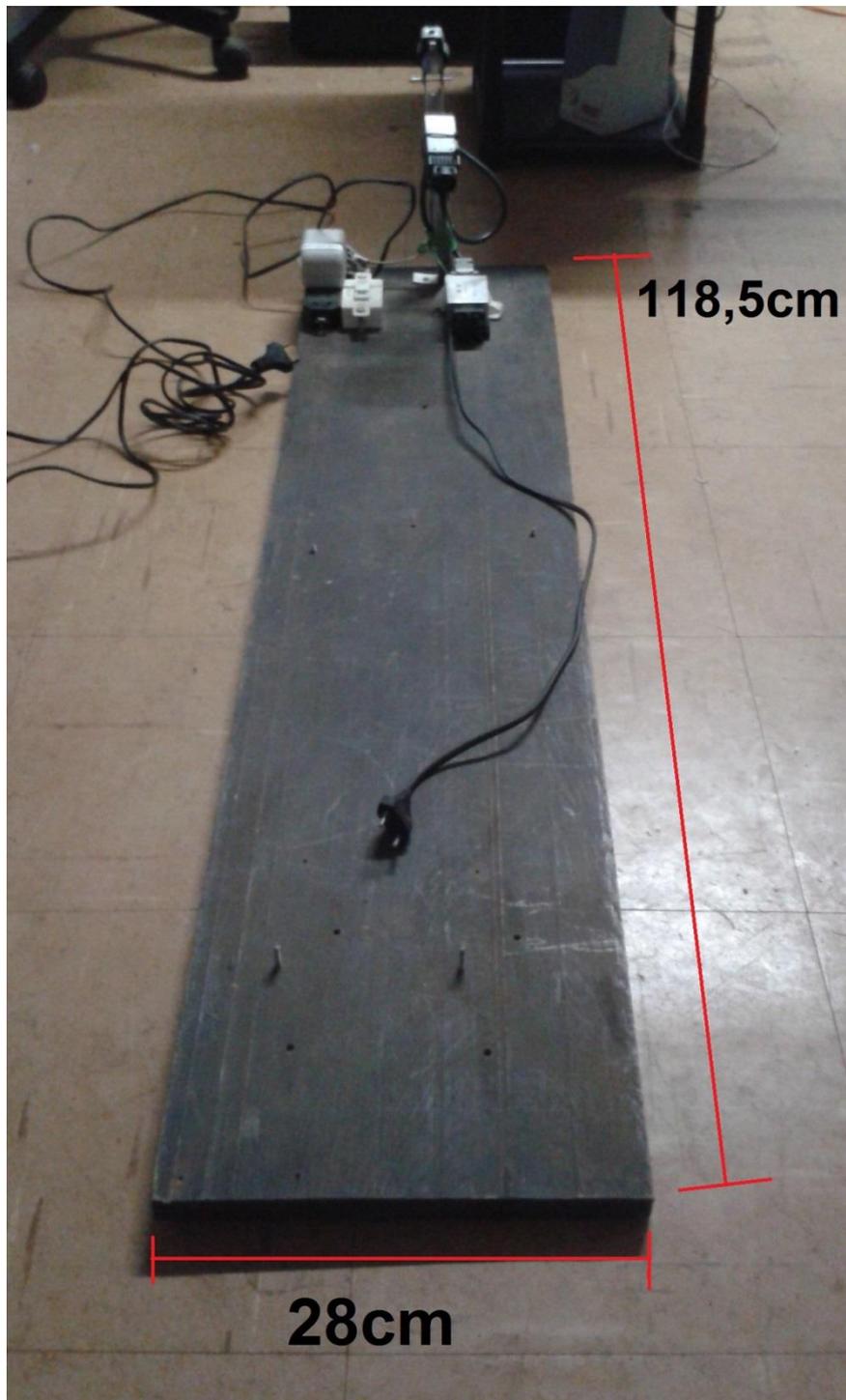


Figura 4. Caracterização quantitativa da base do laser.

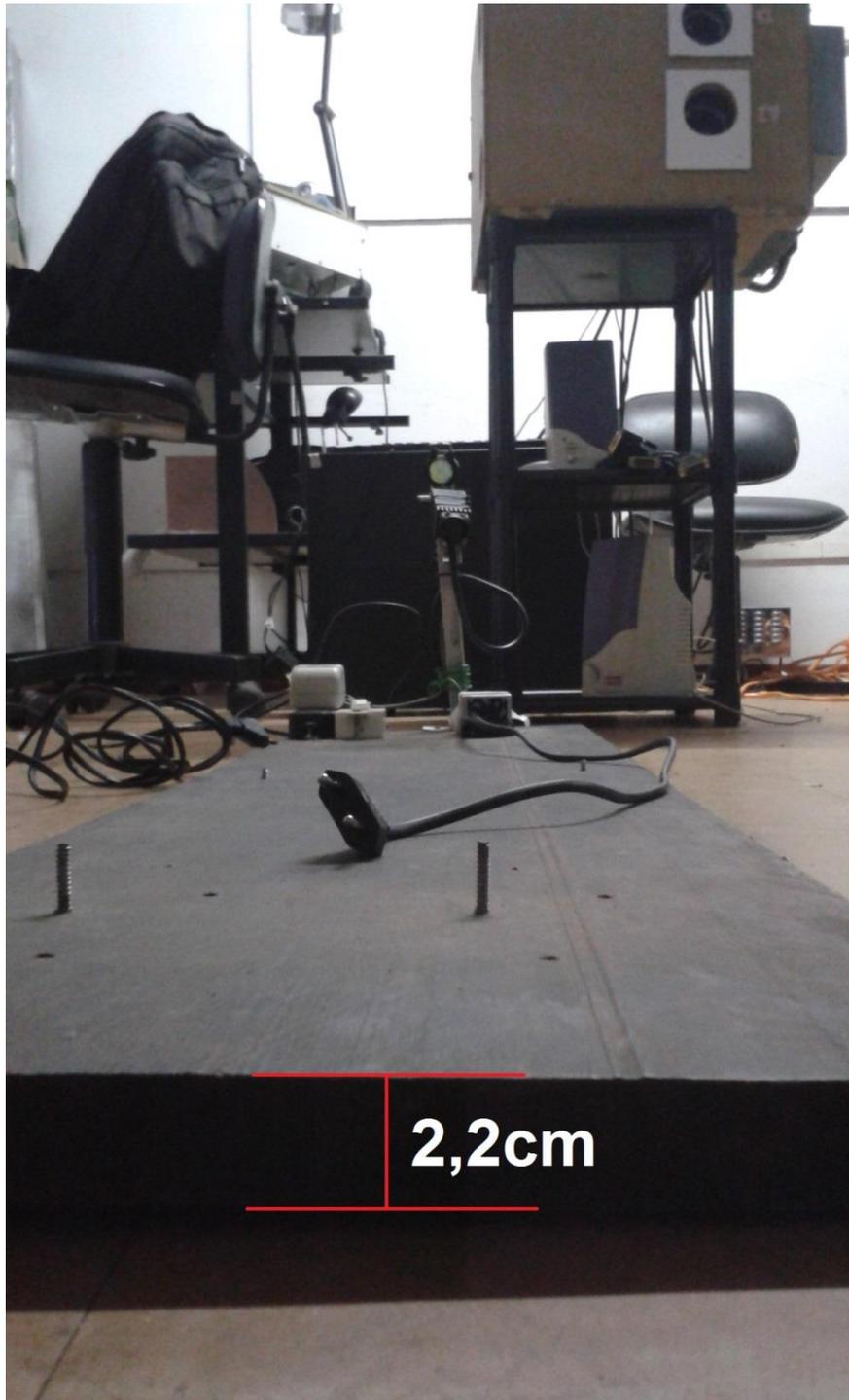


Figura 5. Caracterização quantitativa da espessura da base do laser.

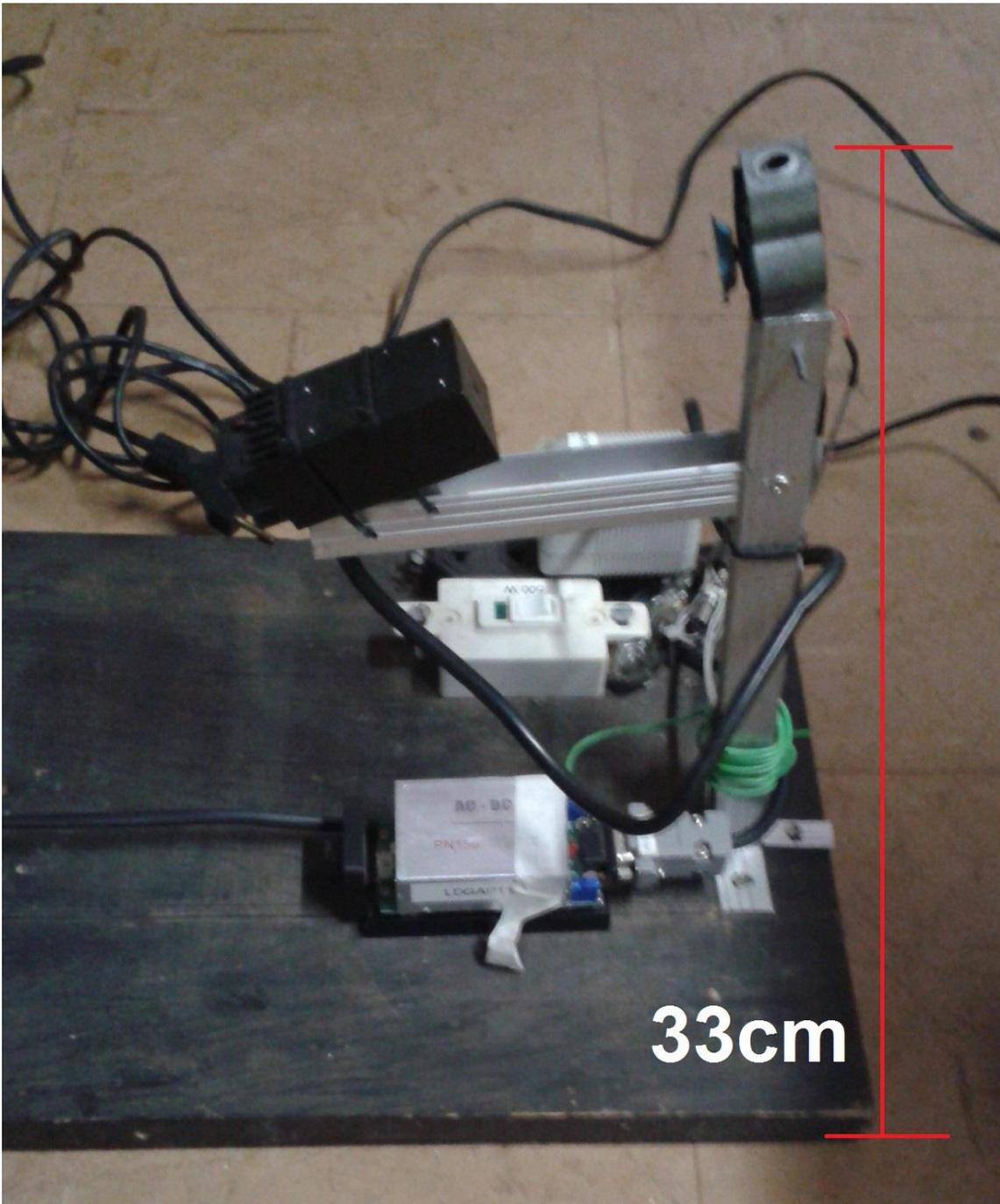


Figura 6. Caracterização quantitativa do componente laser e espelho rotativo

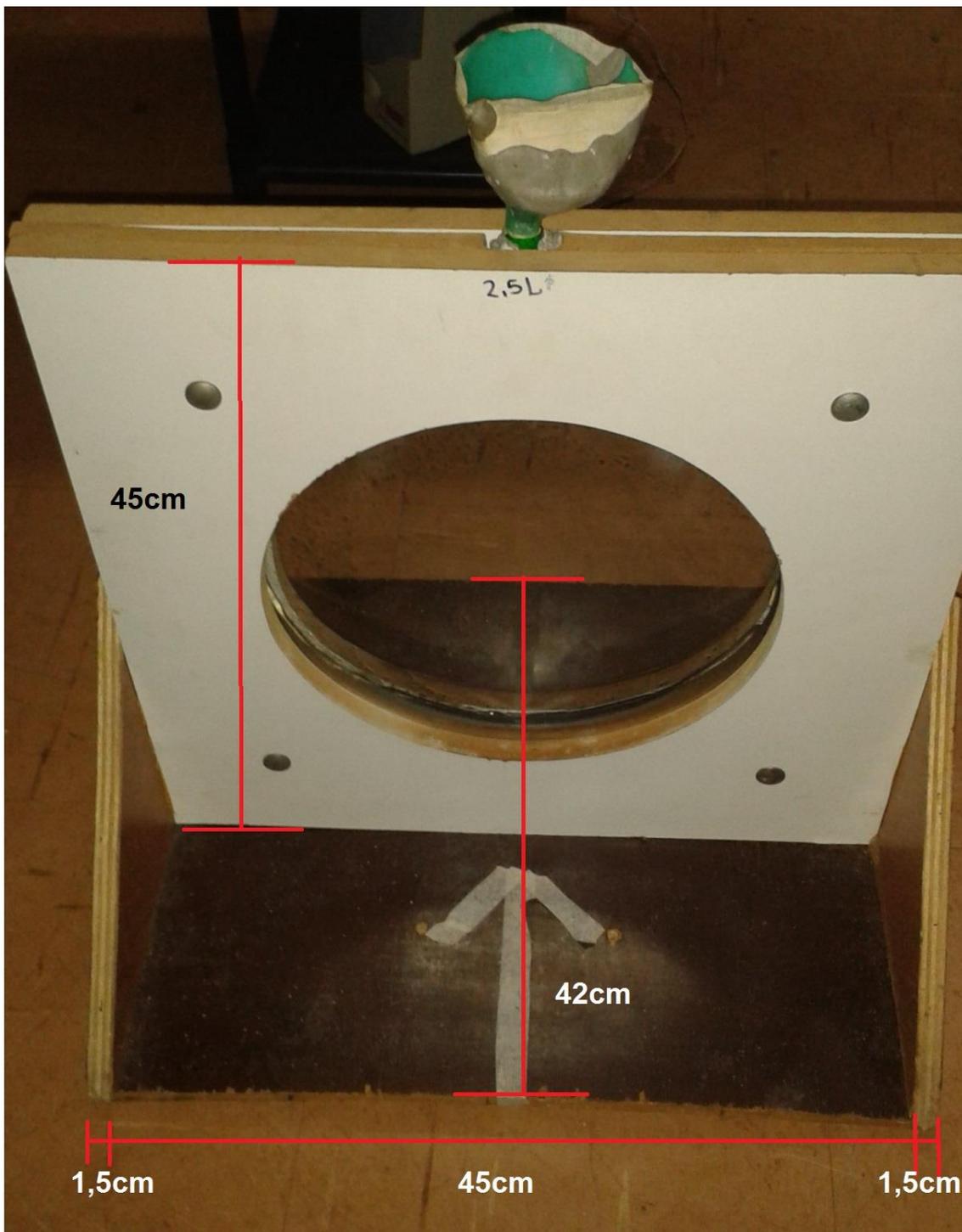


Figura 7. Caracterização quantitativa da lente de água.

### 3.3 Proposta de Adaptação

A partir das medidas apresentadas, a proposta da adaptação do experimento é que a base seja dividida ao meio, e com o auxílio de dobradiças, seja dobrável. Desse modo, o tamanho cairia pela metade, auxiliando no

deslocamento do experimento, bem como no simples carregar do mesmo para que sua montagem seja efetuada em qualquer superfície devido ao tamanho reduzido.

Essa adaptação requer a intervenção com ferramentas e materiais, bem como o planejamento de medidas a serem tomadas para que as metades não se soltem, causando algum acidente.

### **3.4 Execução do Projeto**

Após análise e discussões com o orientador, ficou-se decidido em outra proposta de adaptação.

A proposta inicial, retratada acima, foi considerada, apesar de viável, não correspondente à expectativa de tornar o experimento mais portátil, uma vez que apenas suas dimensões seriam reduzidas, e que o acoplamento das partes deveria ser cuidadosamente pensado e executado.

Desse modo, a adaptação consistiu em uma transposição dos elementos do experimento para outra base de madeira, apresentada na figura 8.



Figura 8. Base de madeira a ser utilizada como suporte

A base apresentada é quadrada, com 24 centímetros de lado.

Como a massa dessa nova base é muito menor que a anterior, a portabilidade seria mais atendida nesse novo modelo.

Para que a execução da transposição fosse satisfatória, foram tomadas as medidas dos elementos do experimento, e moldes feitos para que as possibilidades de alocação na base fossem analisadas. Elas tinham que atender a critérios como: limite da base, e distância original entre elas mantida. O limite da base é apresentado na figura 9, e após algumas tentativas, a disposição para as peças foi entrada, como mostra a figura 11.



Figura 9. Base de madeira a ser utilizada como suporte com seus limites

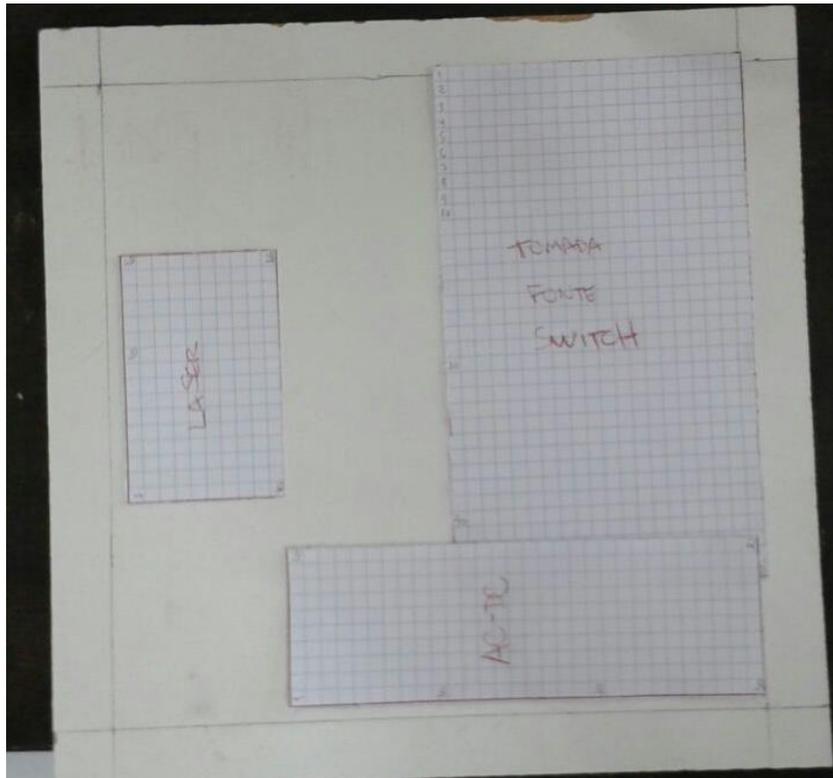


Figura 10. Moldes dispostos na base

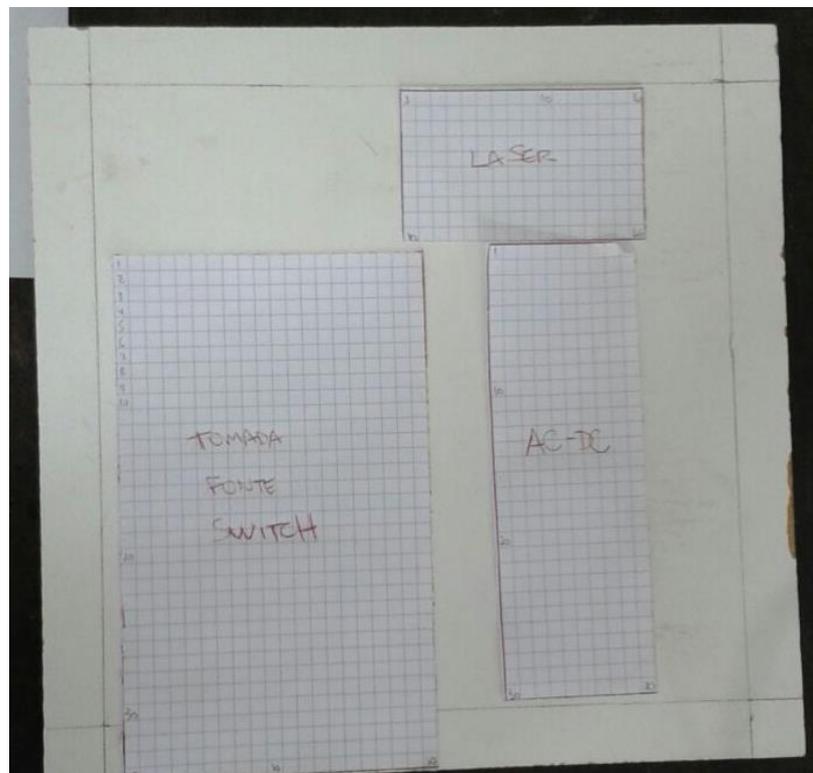


Figura 11. Moldes dispostos na base

A distância original das peças deveria ser mantida pois no experimento original as peças estavam posicionadas supostamente corretamente em relação à lente de água.

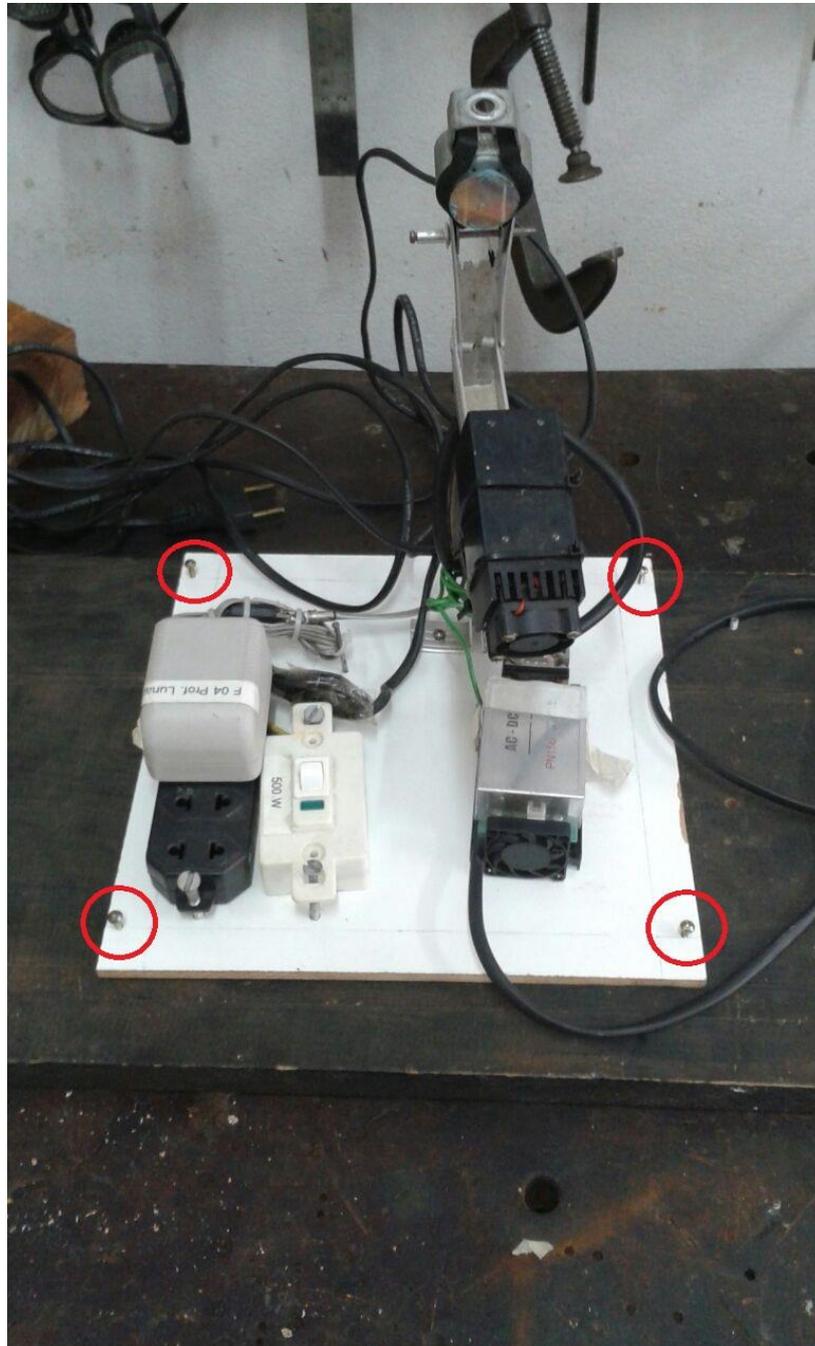


Figura 12. Peças já encaixadas na nova base.

As demarcações na base, apresentadas nas figuras 9, 10 e 11 são os limites que as peças deveriam obedecer. Essas linhas, traçadas pelo aluno,

marcam a posição do trilho-guia que acoplaria a base à lente. Em destaque na figura 12, estão os parafusos que fariam esse acoplamento.

A utilização da nova base juntamente com o trilho-guia foi uma sugestão do orientador, acatada pelo aluno após discussão e análise conjunta que concluiu que atenderia melhor aos critérios propostos pela intervenção.

Esse trilho é um perfil “L” de alumínio, apresentado nas figuras 13 e 14.



Figura 13. Vista em perfil do trilho-guia, identificando-o como L.



Figura 14. Vista do trilho-guia em seu comprimento, originalmente de 2,6m.

O passo seguinte foi acoplar o trilho à nova base, obedecendo às dimensões do experimento original. Em outras palavras, os trilhos precisariam estar acoplados e ter o mesmo comprimento até a lente que a base antiga

tinha. Para isso, eles foram colocados sobre a base para que as medidas e marcações sobre o alumínio fossem feitas.



Figura 15. Trilhos já cortados em dois, sobre a base para tomada de medidas.

A figura 15 mostra em destaque dois parafusos que eram utilizados no encaixe da lente na posição correta.

Com os trilhos sobre a nova base e a medida da distância até a lente marcada sobre eles, fez-se a consideração de que os trilhos, por serem de alumínio e terem uma espessura muito pequena, poderiam flambar quando a lente fosse posicionada acima deles.

Para resolver esse problema, um suporte de madeira compensada foi colocado sob os trilhos, já na posição correta de encaixe da lente de água, de modo a suportar o peso da lente e não deixando os trilhos sofrerem deformações.



Figura 16. Suporte de madeira para a lente de água.

Com o suporte escolhido, criou-se então um vínculo dele para com os trilhos. Essa vinculação se deu através da colocação de parafusos. Também no suporte foram colocados parafusos para guiar o encaixe correto da lente de água, como mostra a figura 17.

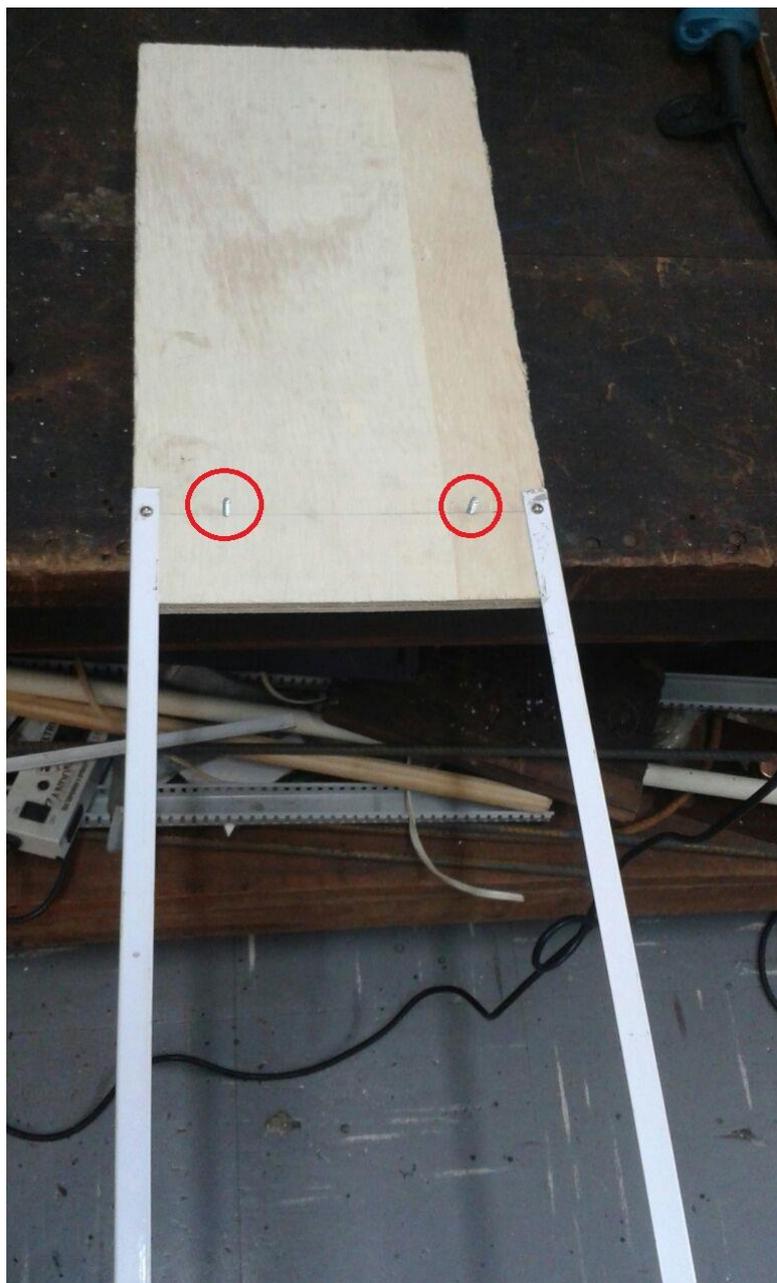


Figura 17. Trilhos acoplados ao suporte da lente. Em destaque, os parafusos-guia para encaixe da lente.

Com o suporte da lente e a base acopladas ao trilho, fez-se a colocação da lente sobre o suporte. O experimento funcionou, indicando que a transposição das peças foi executada com sucesso.

No teste do experimento, no entanto, percebeu-se que o espelho rotativo que reflete o laser para a lente de água não estava no centro ótico da lente, e sim deslocado 2cm para cima deste.

Esse deslocamento faz com que a convergência do cone de luz não seja perfeita em um único ponto.

De fato, essa falha na construção original pode servir como oportunidade de aprendizagem, ou seja, como um questionamento aos alunos acerca do que aconteceria com um feixe de luz que esteja deslocado do centro ótico; como ele reage ao passar pela lente. Após o questionamento e levantamento de hipóteses, o experimento pode ser usado para comprovação ou não das hipóteses.

### 3.5 Aplicação do Projeto

Uma oportunidade de aplicação do projeto, ou seja, transportá-lo e apresentá-lo a um grupo de alunos, aconteceu no dia 15 de julho de 2016, no evento I Ciência e Arte nas Férias – Edição Inverno (Cafin).

Durante três horas os alunos assistiram uma palestra sobre óptica, holografias, imagens e outros assuntos relacionados, e puderam também realizar experimentos e participar de atividades diversas sobre os temas citados.



Figura 18. Público no evento do Cafin

Pode-se perceber a montagem do experimento, como de fato planejado.



Figura 19. Montagem da experimento, já em execução.

No evento pode-se concluir que a portabilidade do experimento se concretizou, e que o mesmo funcionou sem nenhum problema inesperado, já que os devidos cuidados no transporte dos elementos foram tomados.

Como relatado, porém, há um desalinhamento entre o espelho rotativo e o centro ótico da lente, causando aberrações nas imagens geradas após o cone laser ser convergido pela lente, como mostra a figura 20.



Figura 20a

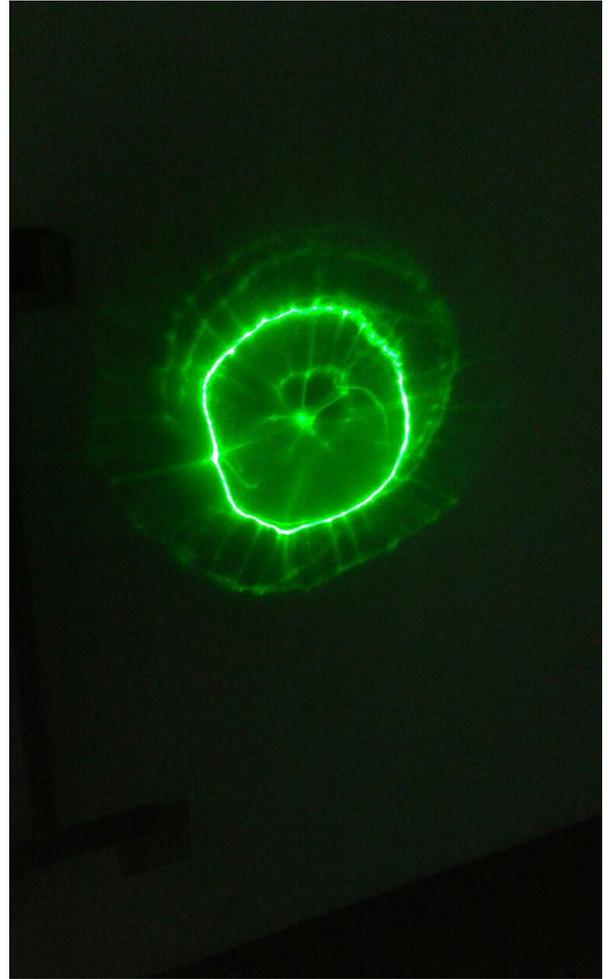


Figura 20b

## 4. DESCRIÇÃO DO FENÔMENO

### 4.1 Lentes

Chama-se lente um elemento que atua por refração da luz, introduzindo descontinuidades no meio em que a luz se propaga inicialmente.

De acordo com Teixeira, esse elemento pode ser classificado de acordo com a sua forma, como apresentado a seguir:

Lentes convergentes, ou positivas: quando a parte do centro é mais espessa que as bordas. Elas podem ser de três tipos:

- Lentes biconvexas: apresentam duas partes convexas;
- Lentes plano-convexas: possuem um lado plano e outro convexo;
- Lentes côncavo-convexas: com um lado côncavo e o outro convexo.

Lentes divergentes, ou negativas: se o centro é mais fino que as bordas.

Podem ser classificadas como:

- Lentes bicôncavas: caso apresentem as duas faces côncavas;
- Lentes plano-côncavas: quando apresentam um lado plano e o outro côncavo;
- Lentes convexo-côncavas: com um lado convexo e outro côncavo.

A figura 18 a seguir mostra o formato de cada um desses tipos de lente:

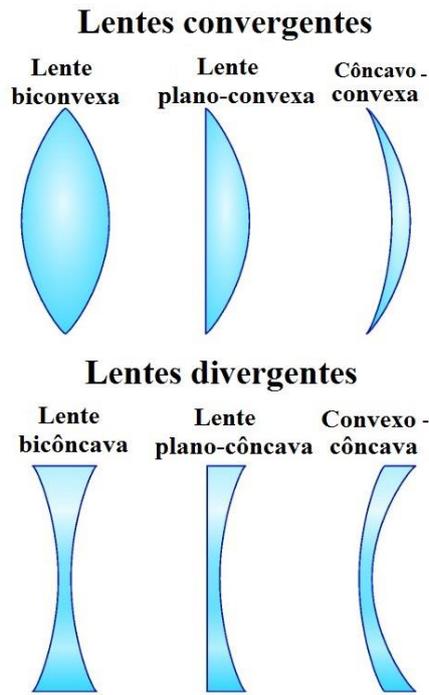


Figura 18. Tipos de lentes esféricas.

As lentes convergentes e divergentes são diferentes não só no formato, mas também na forma como espalham a luz que incide sobre elas, como apresentado nas figura 19 e 20.

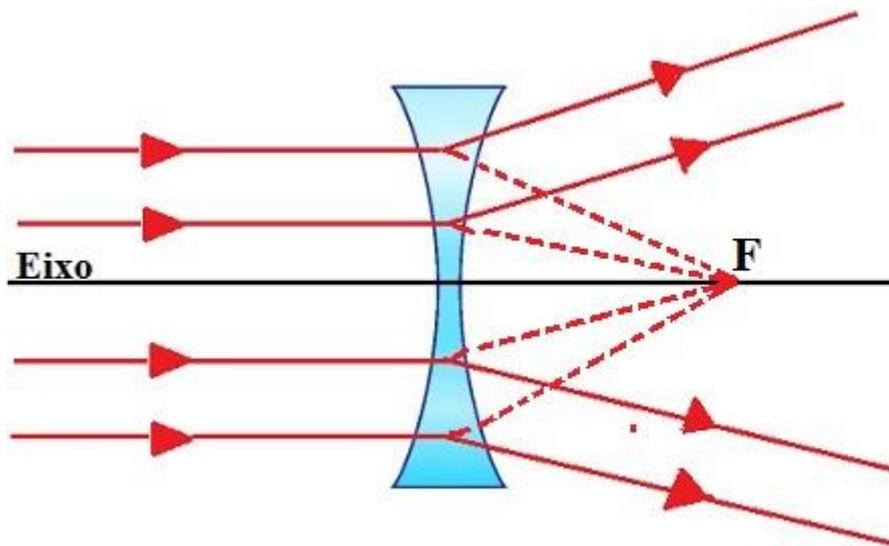


Figura 19. Comportamento óptico de uma lente divergente

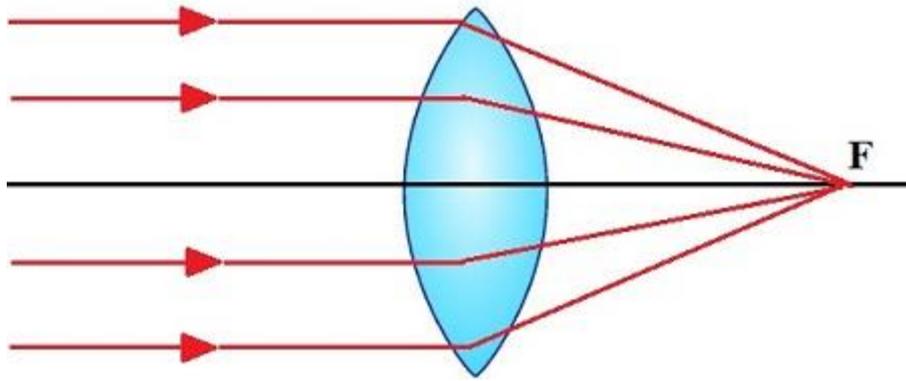


Figura 20. Comportamento óptico de uma lente convergente.

Em ambas as figuras, a letra F representa o ponto focal das lentes.

## 5. CONCLUSÕES

A execução do experimento foi realizada com sucesso e o objetivo foi alcançado: ele se tornou mais portátil, seja pelo aspecto dimensional, seja pelo aspecto da massa final ser menor que a massa inicial da montagem.

Um experimento envolvendo lentes e lasers torna o ensino de ótica extremamente interessante para alunos, incentivando o professor a utilizar esses mecanismos como ferramentas de aprendizagem.

Deve-se, no entanto, pensar e planejar com cuidado a execução e transporte desses experimentos, que, por serem desta natureza física, são muito sensíveis a quaisquer perturbações.

Enquanto aprendizagem do aluno o projeto auxiliou na formação enquanto professor justamente na discussão dos passos a serem feitos no projeto, planejamento de etapas, cuidados na execução e outras medidas para garantir o alcance dos objetivos.

## **6. COMENTÁRIOS DO ORIENTADOR**

“O trabalho foi bem realizado, o aluno foi se familiarizando no uso de ferramentas, faltando a colocação em prática, pois é no uso em evento quando se percebe melhor o resultado. Será aplicado por mim amanhã, dia 15/07, no evento "Exposição de Holografia, em duas sessões para sessenta pessoas.”

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Vischi, V. R. **Construção de uma lente de água e cone laser para mostrar propriedades da imagem.** Campinas.

Antoniazi, R. G. **Construção de Sistema Ótico a partir de Lentes de Água.** Campinas.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. **Lentes; Brasil Escola.** Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/lentes-1.htm>>. Acesso em 28 de junho de 2016.