

Universidade Estadual de Campinas

Instituto de Física Gleb Wataghin

F 709A - Tópicos de Ensino de Física II:

Óptica geométrica - Lentes feitas de gelatina

Relatório Pré-Final



Aluna:

Maria Helena Gonçalves - RA:156584

Curso: Licenciatura em Física

mariahelenags10XarrobaXgmail.com

Orientador: Prof. Dr. Varlei Rodrigues

Co-orientador: Prof. Dr. Luís Araujo

Campinas, 14 de Novembro de 2017

Conteúdo

1	Objetivos	1
2	Introdução	1
3	Desenvolvimento do projeto	3
3.1	Primeiro teste: gelatina com sabor nos moldes feitos na impressora 3D . . .	5
3.2	Segundo teste: gelatina sem sabor nos moldes feitos na impressora 3D . . .	5
3.3	Terceiro teste: gelatina sem sabor com gabaritos feitos em cartolina	7
3.4	Quarto teste: gelatina sem sabor moldes de cartolina	11
3.5	Cálculo do Índice de refração da gelatina	15
3.6	Reflexão Interna	18
4	Críticas recebidas no evento de consulta à comunidade	18
5	Conclusão	19

1 Objetivos

O presente projeto visa construir instrumentos ópticos denominados "lentes esféricas". Pretende-se construir essas lentes utilizando gelatina comercial com o objetivo ensino de óptica geométrica.

2 Introdução

Não há um período certo da história para citarmos quando foram criadas as primeiras lentes, no entanto sabemos que no VIII a.C. já era conhecido um cristal de rocha que possuía a propriedade de ampliação da imagem, porém somente 20 anos depois esse cristal passou a ser utilizado.

Desde então esse instrumento óptico vem sendo muito utilizado em óculos, microscópios, telescópios ou em ponteiras de *laser* de LED como colimador de raios.

A lente é um elemento que atua por refração, ela introduz descontinuidades no meio em que a luz se propaga inicialmente, e que reconfigura a distribuição da energia transmitida, independente da frequência da luz. O formato da lente irá depender do tipo de reformatação da onda luminosa que se deseja[1].

Podemos defini-las também como sendo um meio transparente e homogêneo, limitado por duas superfícies curvas, ou por uma curva e outra plana. Uma lente será denominada esférica, quando pelo menos uma de suas faces for esférica. Na Figura 1, é possível ver vários tipos de lentes esféricas.

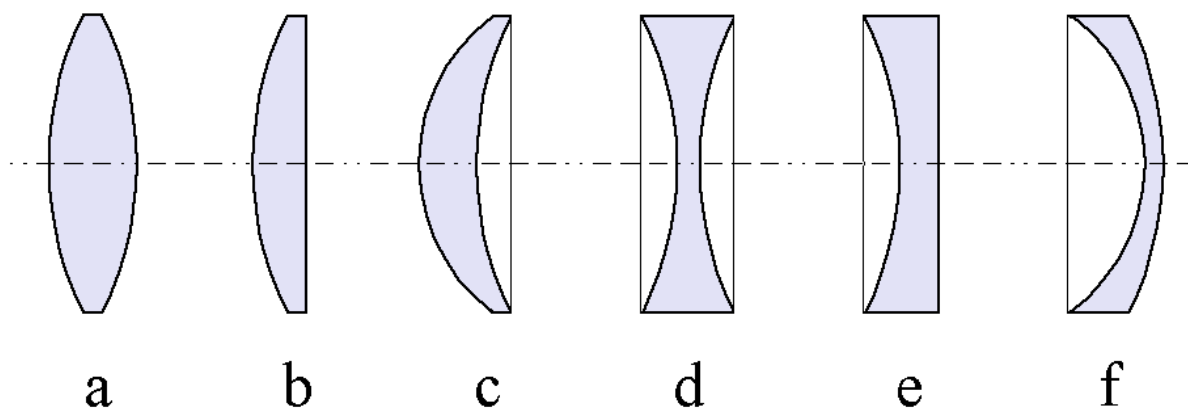


Figura 1: Lentes esféricas a) biconvexa; b) plano-convexa; c) côncavo-convexa; d) bicôncava; e) plano-côncava; f) convexo-côncava. [1].

Há diversos materiais que podem ser utilizados para construir lentes, como por exemplo: vidro, cristal ou plástico. Neste trabalho será utilizado a gelatina incolor comercial.

Gelatina é um produto facilmente encontrado nos mercados, ela é fruto do processamento de uma proteína estrutural chamada colágeno, encontrada em muitos animais. Esse material foi escolhido como matéria prima para a construção das lentes por seu fácil acesso, por seu aspecto lúdico e também por estar presente no cotidiano da maioria dos estudantes. Além disso, com este material a lente pode ser facilmente construída com um gabarito e uma faca.

3 Desenvolvimento do projeto

Em um primeiro estágio, para fazer as lentes de gelatina pensou-se em imprimir moldes em uma impressora 3D, construída pelo Grupo de Física de Nanossistemas e Materiais Nanoestruturados (GFNMMN) do Departamento de Física Aplicada (DFA). A ideia era preparar a gelatina e colocar nas formas impressas para que ela adquirisse os formatos das lentes desenhadas.

Para um primeiro teste foi desenhado apenas uma lente biconvexa. Nas Figuras 2 é possível ver o desenho do molde da lente feito no software OpenScad. Foi desenhado também um molde complementar a forma da gelatina para facilitar a retira da mesma, Figura 3

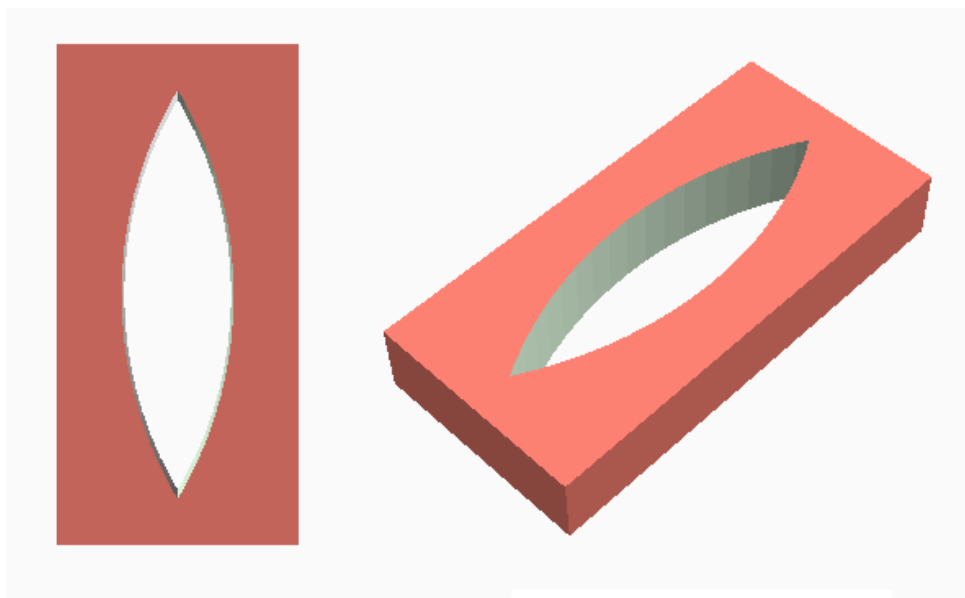


Figura 2: Desenho da forma da lente biconvexa. À esquerda temos uma vista superior do molde e à esquerda temos uma vista em perspectiva do mesmo.

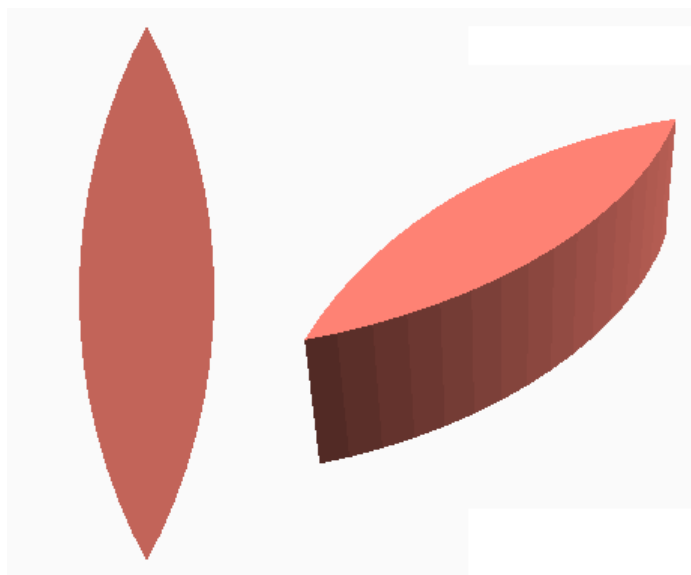


Figura 3: Desenho do molde complementar da lente biconvexa. À esquerda temos uma vista superior do molde e à esquerda temos uma vista em perspectiva do mesmo.

Foi pensado também na possibilidade de imprimir um molde que pudesse ser utilizado como uma espécie de cortador para a gelatina. O desenho pode ser visto na Figura 4

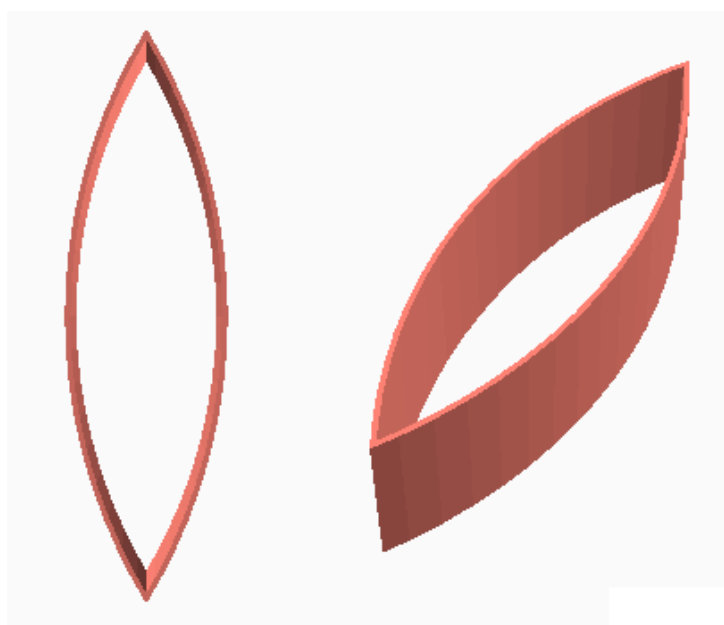


Figura 4: Desenho do cortador da lente biconvexa. À esquerda temos uma vista superior do molde e à esquerda temos uma vista em perspectiva do mesmo.

Na Figura 5 é possível ver as peças depois de impressas.

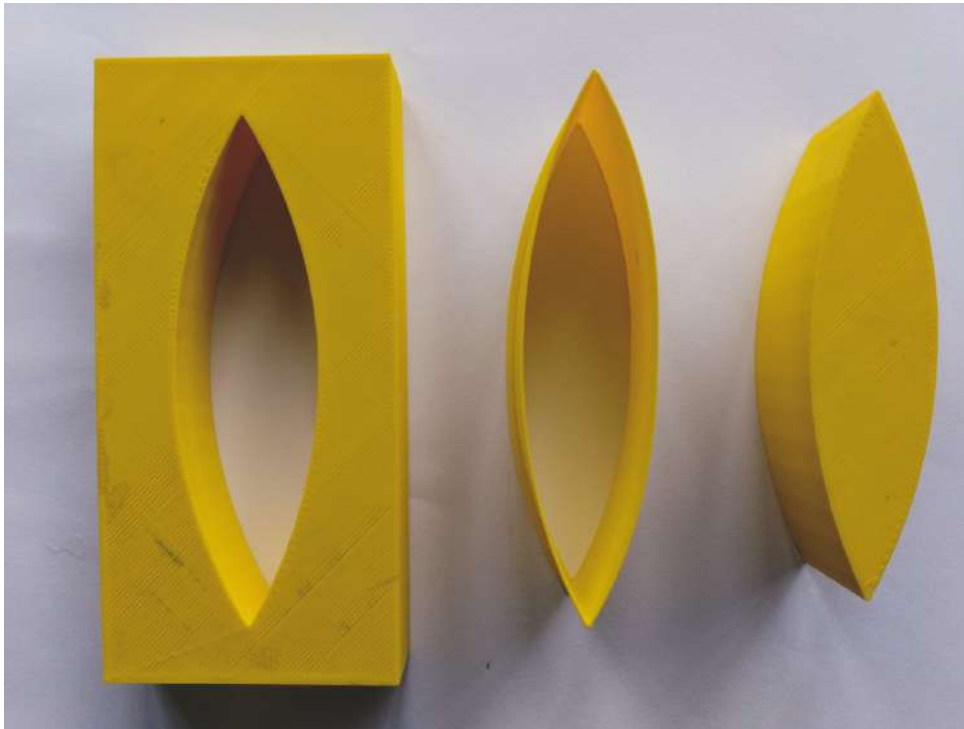


Figura 5: Peças impressas na impressora 3D.

3.1 Primeiro teste: gelatina com sabor nos moldes feitos na impressora 3D

Foi realizado o primeiro teste com gelatina com sabor utilizando os moldes impressos. A gelatina foi feita conforme a instruções do rótulo porém, não conseguimos chegar ao objetivo almejado. A gelatina ficou demasiadamente mole para o propósito, impossibilitando ser desenformada e também cortada. A quantidade de açúcar presente na gelatina fez com que ela ficasse líquida em contato manual.

3.2 Segundo teste: gelatina sem sabor nos moldes feitos na impressora 3D

Foi realizado o segundo teste com gelatina sem sabor utilizando os moldes impressos. A gelatina foi feita conforme a instruções do rótulo e dessa vez chegamos em uma consistência bem firme, para tal foi usado a gelatina da marca *Fleischmann*. A gelatina feita no molde

pode ser visto na Figura 6.



Figura 6: Lente biconvexa feita no molde impresso na impressora 3D.

Note que a gelatina possui algumas ranhuras provenientes dos moldes feitos na impressora, porém não houve dispersão dos feixes quando realizamos os testes para ver a convergência dos raios.

Para realização desse teste foi utilizado uma fonte CC de 3 volts, feita pela oficina de eletrônica do IFGW, que alimente um trio de lasers de LED, emprestado pelo Laboratório de Ensino de Óptica do Instituto de Física. O aparato utilizado para realizar os testes pode ser visto na Figura 7.



Figura 7: Aparato utilizado para realizar os testes com a lente biconvexa.

O teste feito com a lente biconvexa pode ser visto na Figura 8.

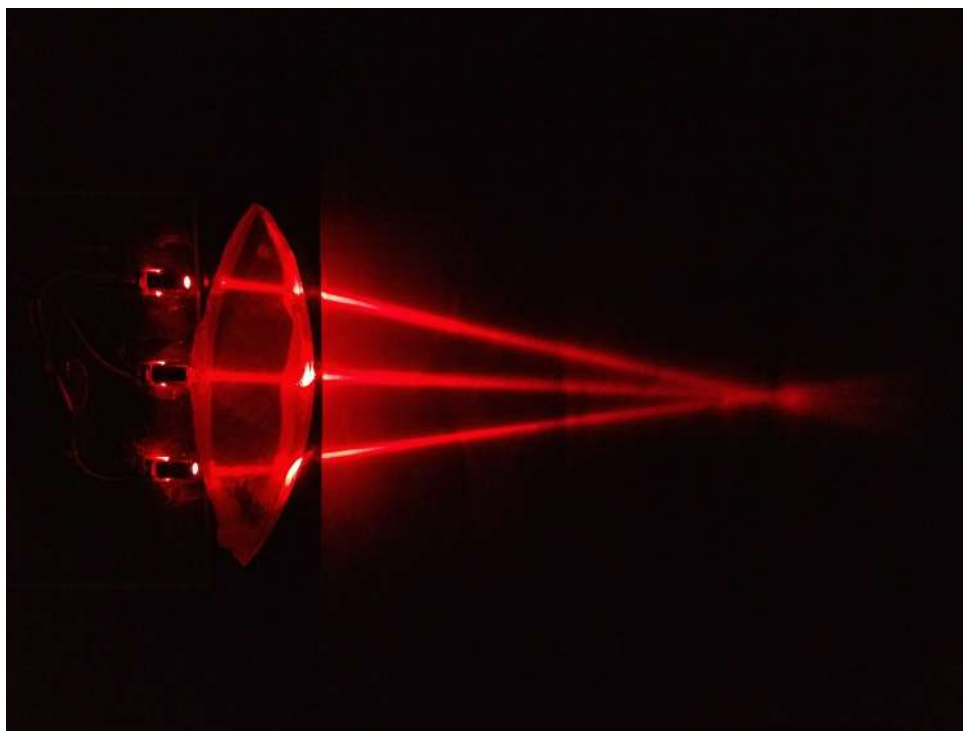


Figura 8: Primeiro teste com a lente biconvexa feita de gelatina incolor no molde impresso na impressora 3D.

3.3 Terceiro teste: gelatina sem sabor com gabaritos feitos em cartolina

Vendo como a gelatina incolor sem sabor ficava firme quando curada, foi realizado um terceiro teste com o objetivo de tornar o projeto mais acessível, devido à necessidade de um sistema para confeccionar o molde, e com uma aplicabilidade maior.

A gelatina incolor foi feita como as indicações da embalagem e colocada para curar em um recipiente razoavelmente liso e plano. Com o auxílio de um compasso foram desenhados vários formatos de lentes em uma cartolina, como pode ser visto na Figura 9.



Figura 9: Moldes das lentes em cartolina.

Após escolhidos alguns desses gabaritos, eles foram posicionados em cima da gelatina e essa foi cortada no formato desejado usando uma faca comum, como pode ser visto na Figura 10.



Figura 10: Algumas lentes cortadas seguindo os moldes feitos em cartolina.

Depois de cortadas, as lentes foram testadas utilizando o aparato experimento citado em 3.2. Nas Figuras 11 e 12 é possível ver os testes realizados.

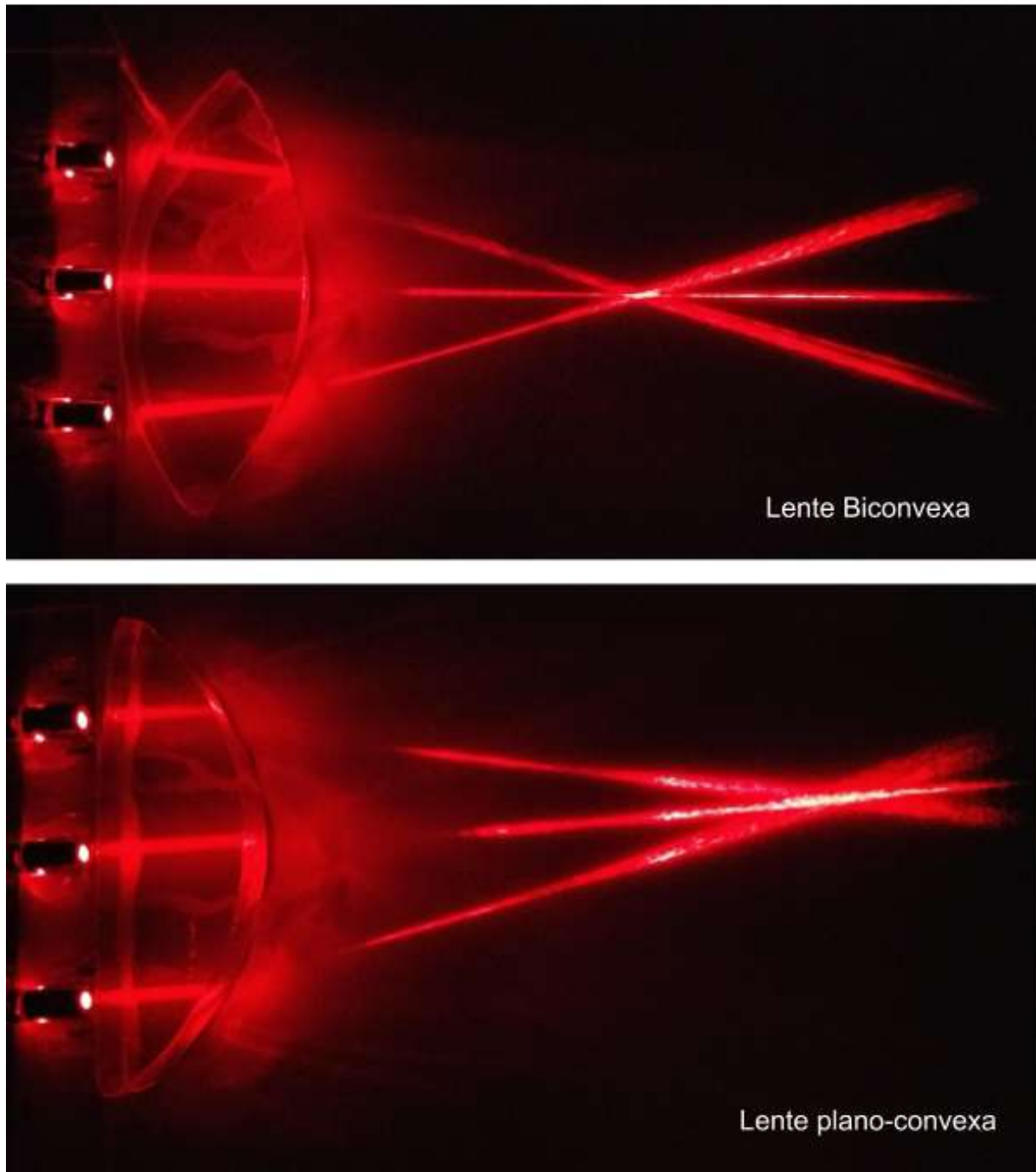


Figura 11: Testes feitos com o aparato experimental emprestado do laboratório de ensino de óptica com lentes biconvexa e plano-convexa.

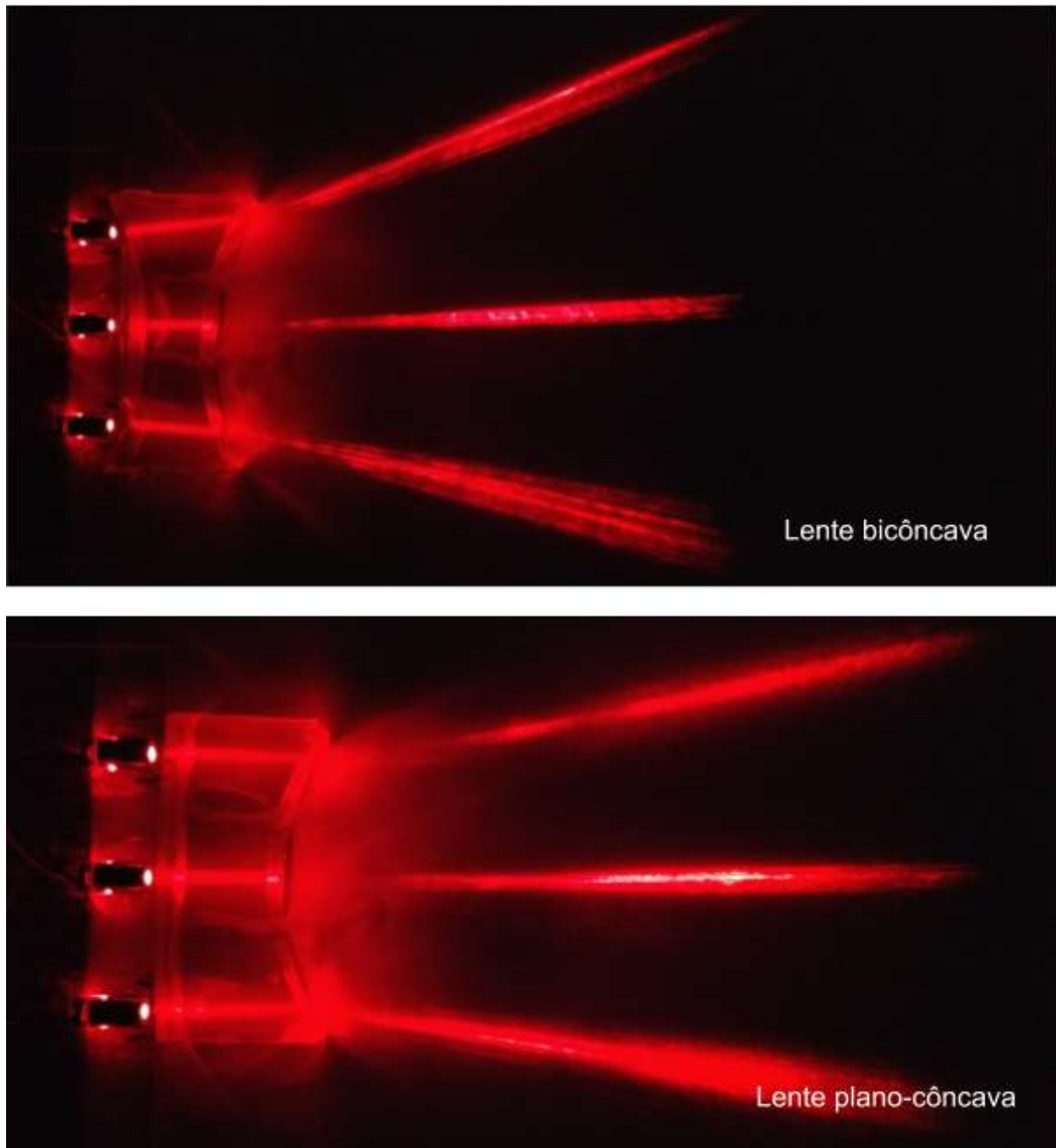


Figura 12: Testes feitos com o aparato experimental emprestado do laboratório de ensino de óptica com lentes bicôncava e plano-côncava.

3.4 Quarto teste: gelatina sem sabor moldes de cartolina

Em uma conversa com o Prof. Lunazzi, ele sugeriu que os mesmo testes fossem realizados sem a utilização do aparato experimental emprestado do laboratório de ensino de óptica e usando, no lugar desse, ponteiros com laser comuns, fornecidas por ele. Essas ponteiros são

comerciais, de baixo custo e podem ser facilmente encontradas. Entretanto, é importante destacar que essas ponteiros não podem permanecer muito tempo ligados porque isso ocasionar a queima do lasers.

Uma foto das ponteiros utilizadas pode ser vista na Figura 13.



Figura 13: Ponteiros com laser utilizadas para realizar testes nas lentes.

As três ponteiros foram posicionadas paralelamente em si, para que o laser ficasse permanentemente aceso foi enrolado com fita adesiva de modo que o botão que liga o laser se mantivesse pressionado durante o tempo necessário para tirar as fotos mostradas nas Figuras 14 e 15.

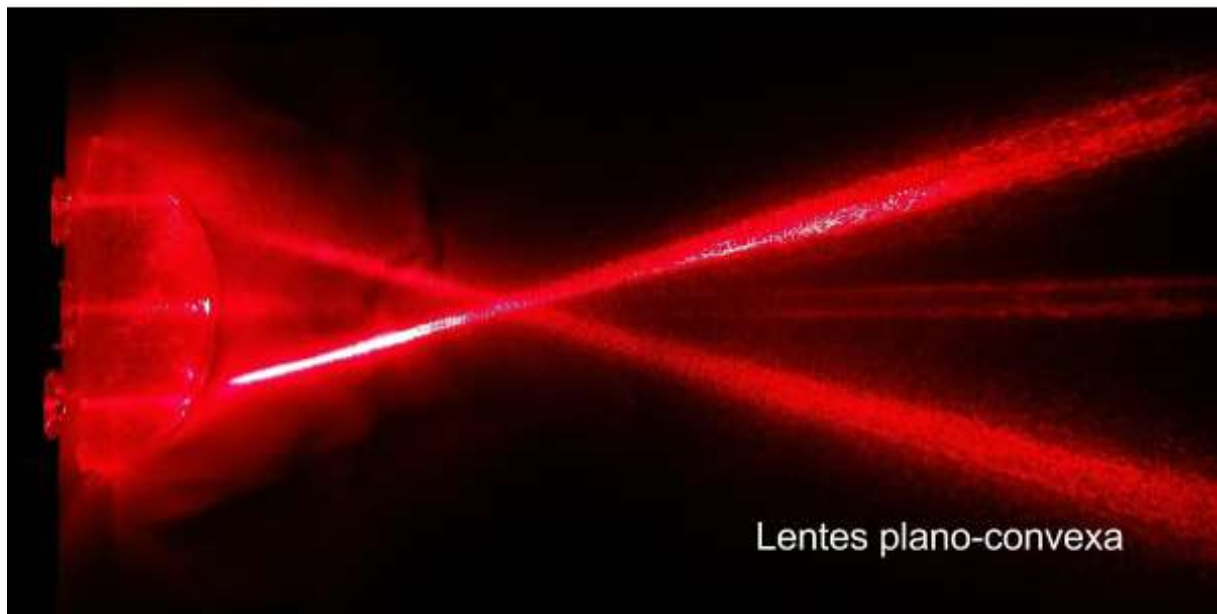
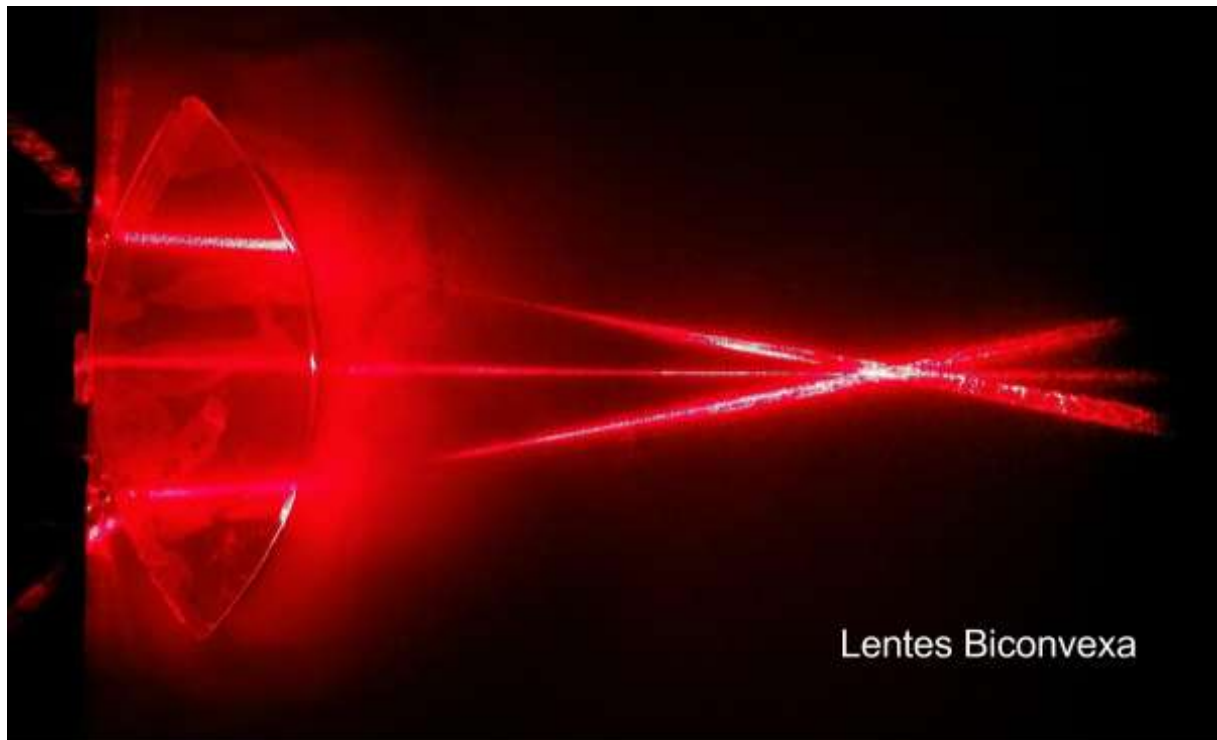


Figura 14: Testes feitos com a ponteira de laser com lentes biconvexa e plano-convexa.

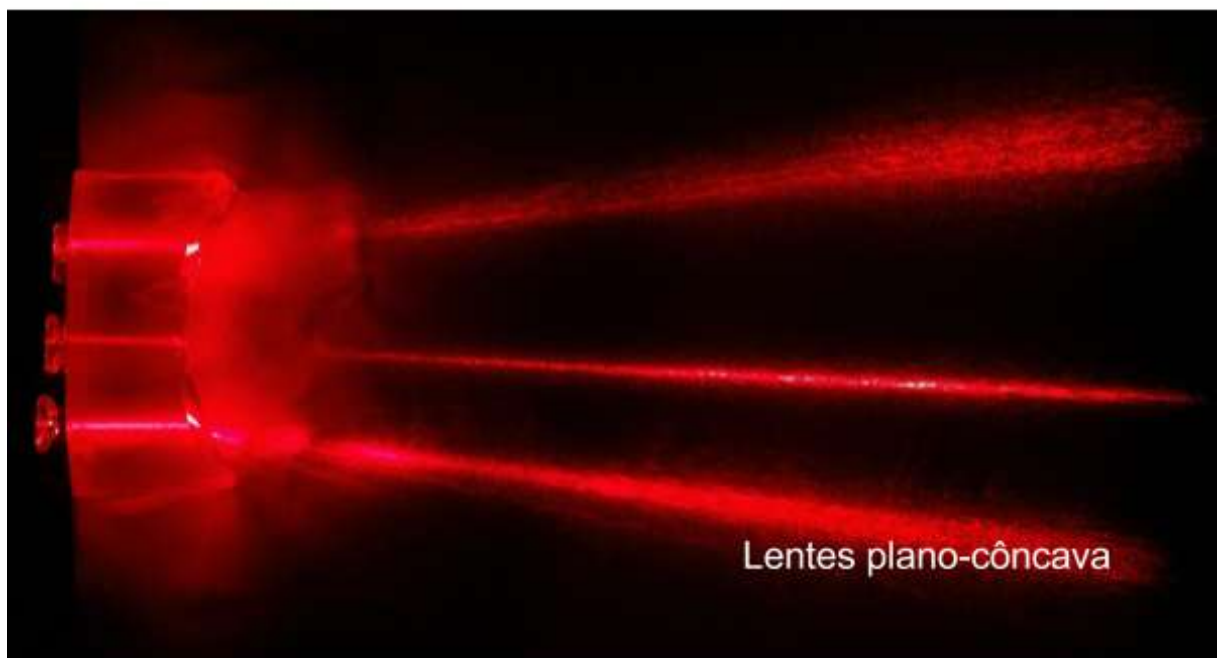
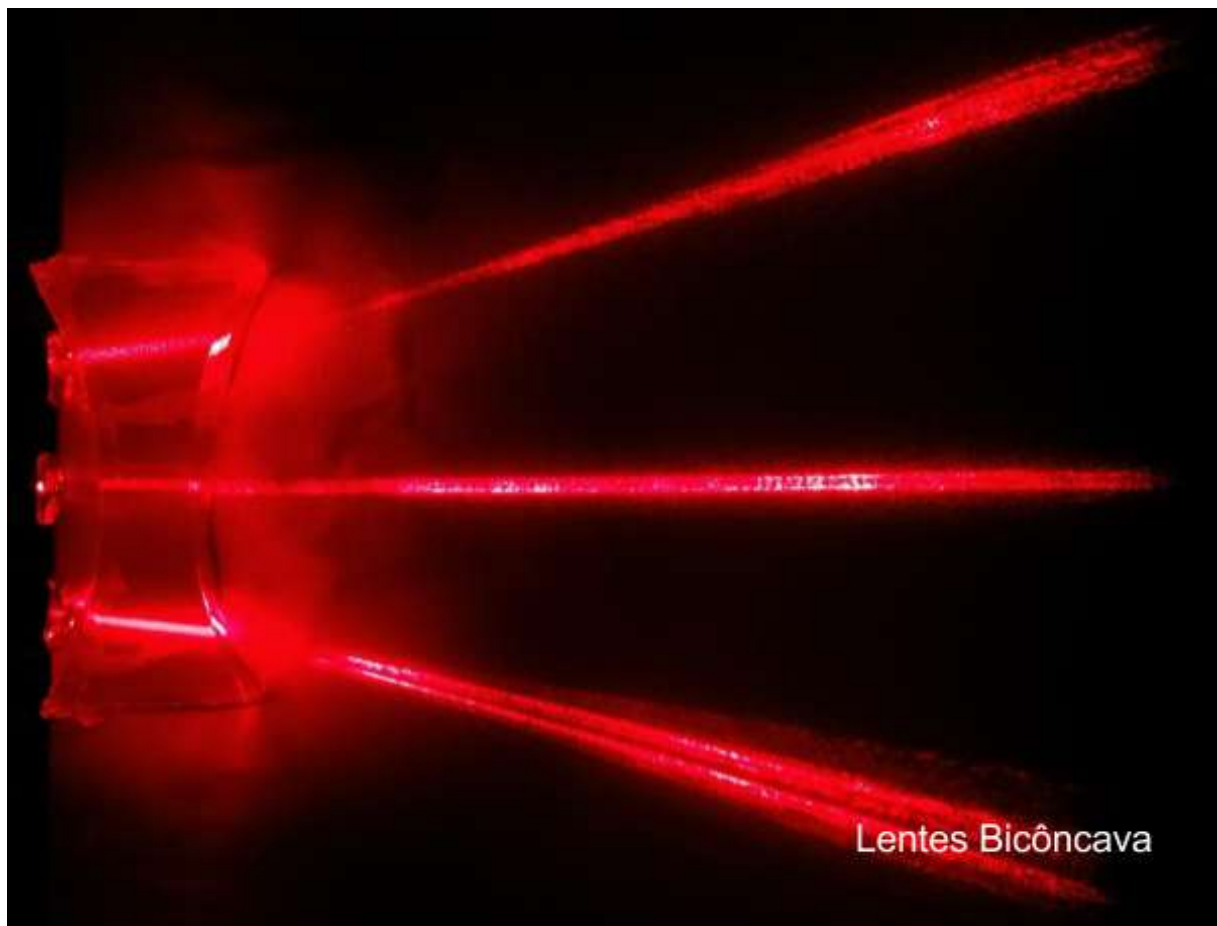


Figura 15: Testes feitos com a ponteira de laser com lentes bicôncava e plano-côncava.

3.5 Cálculo do Índice de refração da gelatina

Para calcular o índice de refração da gelatina, foi utilizado a lei de Snell, que estabelece uma relação entre os ângulos de incidência do feixe luminoso (n_1) e o índice de refração quando a luz passa entre dois meios distintos n_2 , com relação a reta normal. Essa lei está expressa na Equação 1.

$$n_1 \times \text{sen}\theta_1 = n_2 \times \text{sen}\theta_2 \quad (1)$$

Dessa forma, foi definido n_1 como o índice de refração do ar ($n_1=1$) e n_2 como índice de refração da gelatina, que será encontrado, conforme a Figura 16.

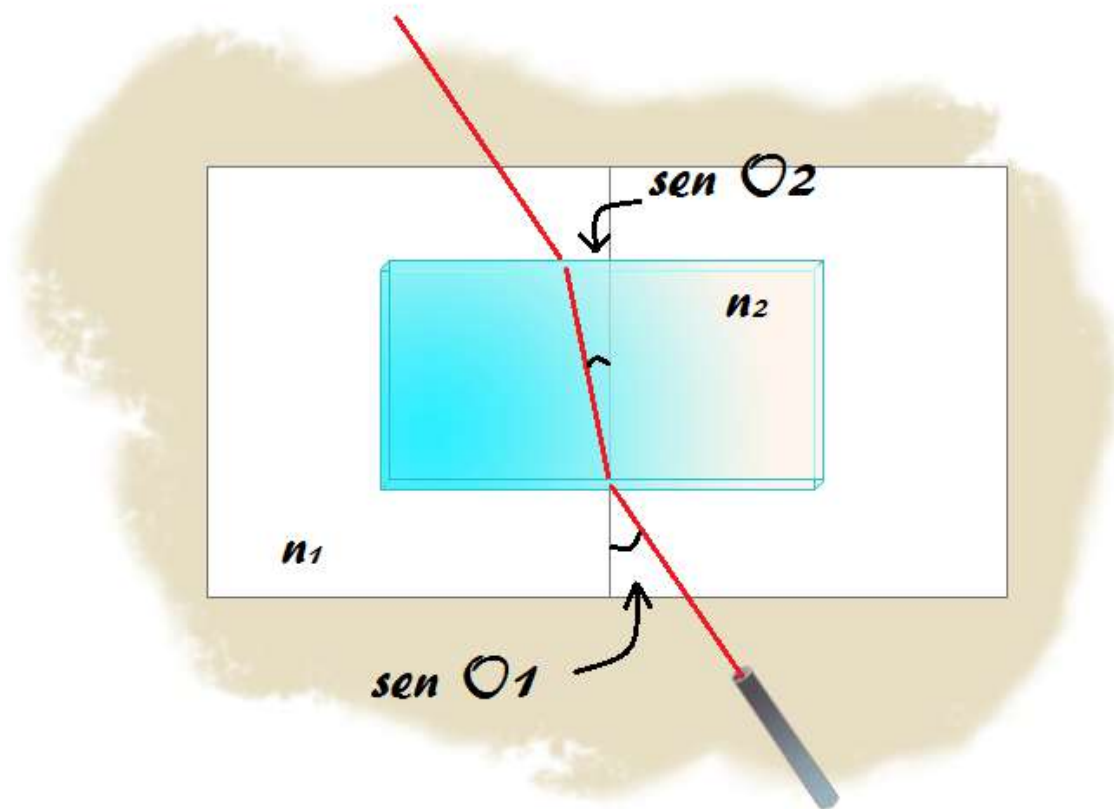


Figura 16: Esquema do experimento realizado para medir o índice de refração da gelatina.

Foi cortado um retângulo de gelatina e com ajuda de um transferidor foram medidos os ângulos. Na Figura 17 é possível ver uma foto do experimento e a Tabela 1 é possível ver os ângulos medidos com seus respectivos valores de seno.

Tabela 1: Tabela com os senos dos ângulos de incidência e saída do feixe de luz.

Ângulo θ_2	Seno de θ_2	Ângulo θ_1	Seno de θ_1
7°	0.12	10°	0.17
15°	0.26	19°	0.32
17°	0.29	20°	0.34
23°	0.39	30°	0.5
30°	0.5	40°	0.64
38°	0.61	51°	0.77
46°	0.72	61°	0.87
50°	0.76	80°	0.98
52°	0.79	71°	0.94
60°	0.87	87°	0.98

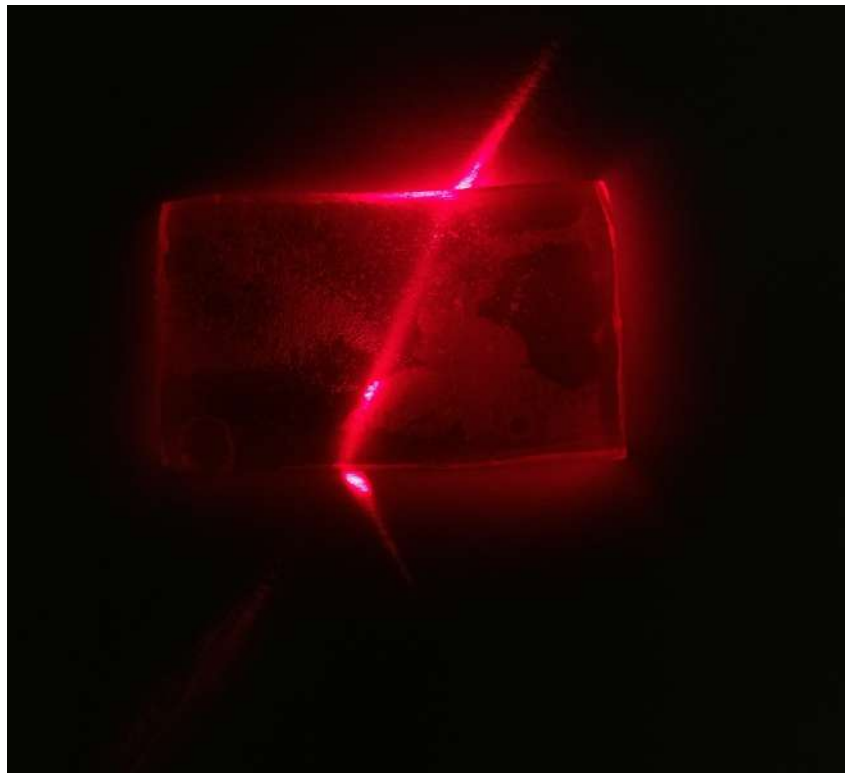


Figura 17: Experimento realizado para calcular o índice de refração.

Com os dados obtidos podemos montar o gráfico de seno de θ_1 e seno de θ_2 . Utilizando a Equação 1,

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} \quad (2)$$

Sabendo que o índice de refração do ar (n_1) é muito próximo de 1, estabelecemos a seguinte relação:

$$n_2 = \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2} \quad (3)$$

Assim, utilizando o método de regressão linear podemos calcular o coeficiente angular da reta que corresponde ao índice de refração da gelatina. O resultado pode ser visto na Figura 18. Foi possível chegar a um índice de refração da gelatina cerca de 1.21.

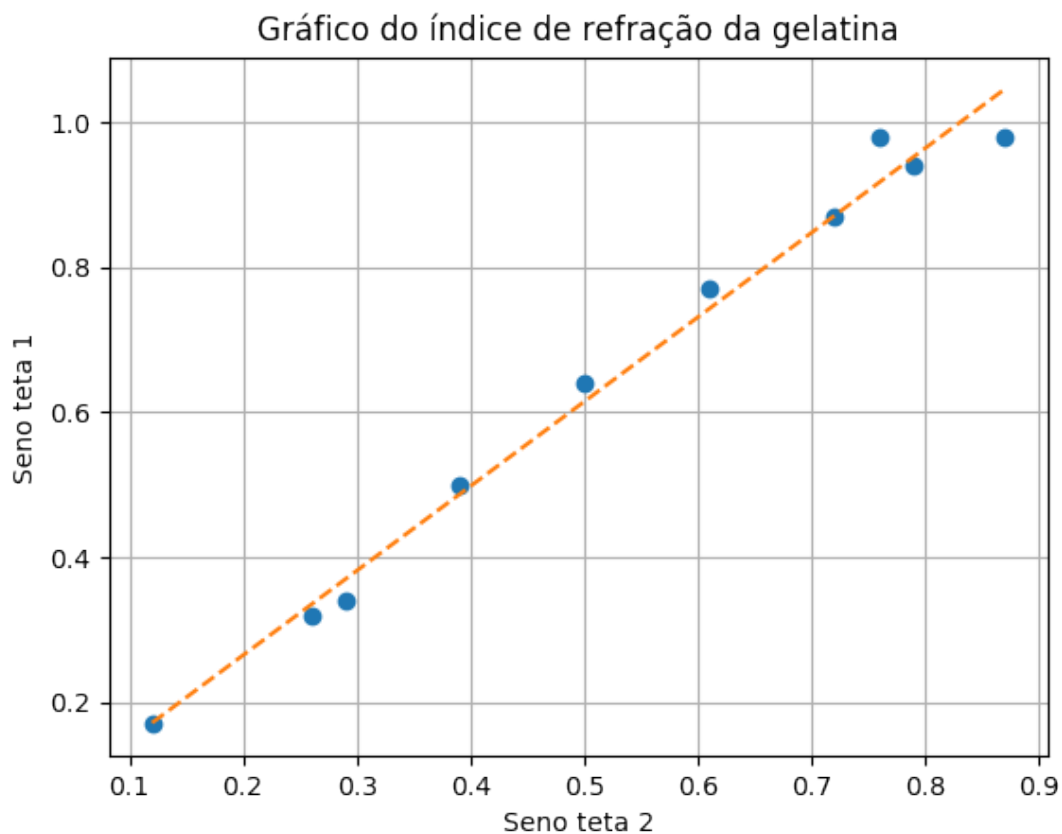


Figura 18: Experimento realizado para calcular o índice de refração.

A equação da regressão linear pode ser vista na Equação 4:

$$1.21x + 0.03 \quad (4)$$

3.6 Reflexão Interna

Com o objetivo de estudar a reflexão interna da luz, foi cortado um prisma de gelatina, utilizando o molde da Figura 9. O resultado pode ser visto na Figura 19.

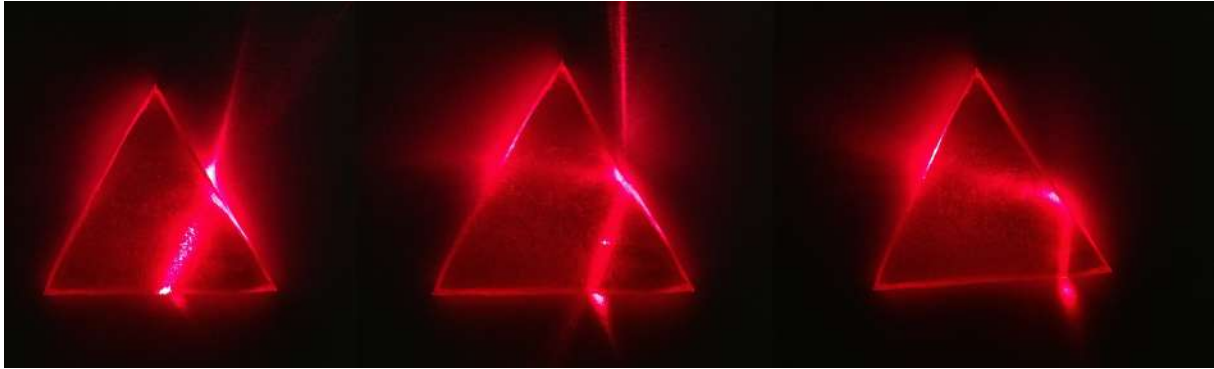


Figura 19: Reflexão interna da luz no prisma.

4 Críticas recebidas no evento de consulta à comunidade

Os professores que visitaram o experimento, durante o evento de consulta à comunidade, acharam o experimento muito versátil, ressaltaram a facilidade na produção das lentes e indagaram sobre o tempo que a gelatina poderia ficar fora da geladeira. Já havíamos feitos alguns testes para deixar a gelatina fora da geladeira, depois de curada, e durante 7 horas ela ainda mantém o formato das lentes e não dissolve.

Alunos que atuam em escolas como professores de ensino médio, salientaram que lentes de acrílico possuem um preço muito elevado e por isso muitas vezes as escolas não possuem esse tipo de material ou se possuem é complicado deixar o instrumento óptico com os alunos por medo de danificar, e com as lentes de gelatina o experimento torna-se mais barato, mais lúdico e os alunos podem manusear livremente.

5 Conclusão

As lentes esféricas: biconvexa; plano-convexa; bicôncava; plano-côncava atingiram o objetivo, cada qual divergindo ou convergindo os raios luminosos. O processo tornou-se simples e de alta aplicabilidade em sala de aula, além de lúdico por envolver gelatina que é algo tão presente na vida dos estudantes. Outros experimentos como verificar a reflexão interna em um prisma e calcular o índice de refração também foram realizados, ressaltando assim a versatilidade do projeto proposto.

Referências

- [1] Lentos. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lente>, acesso 30/10/2017.