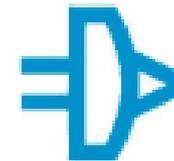


Física Óptica

Exp[®] F.13

Leis da Óptica Geométrica



VERIFICAÇÃO DAS LEIS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

Estudo experimental com lentes esféricas, prisma e espelhos (côncavo e convexo).



FRACTAL

www.fractal.ind.br



FRACTAL

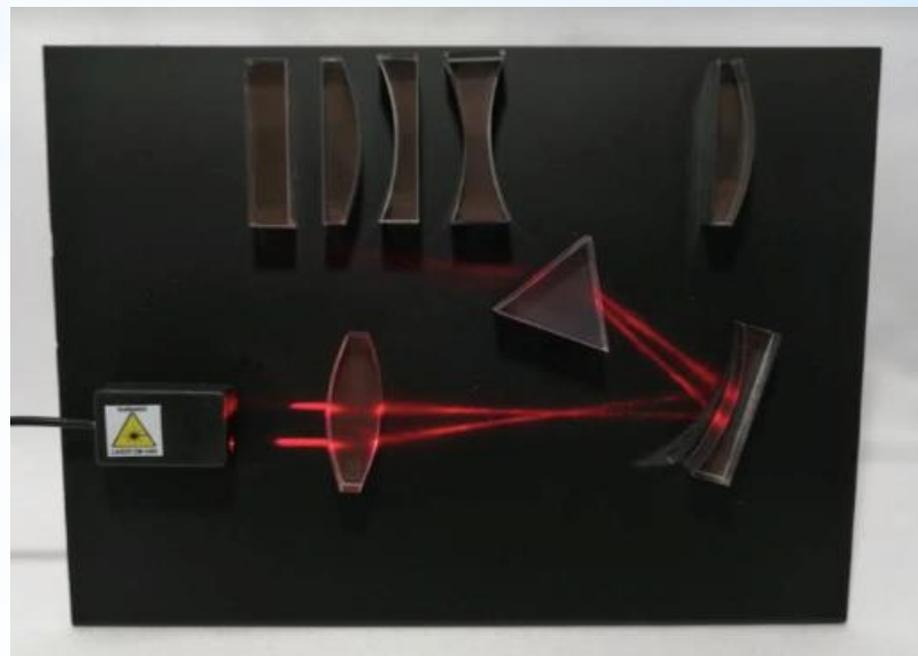
Fractal Ind. Com. e Serv. Ltda.

contato@fractal.ind.br

Whatsapp 84 99413-0079

Exp F.13

Leis da Óptica Geométrica



Sobre o Exp[®] F.13 Leis da Óptica Geométrica

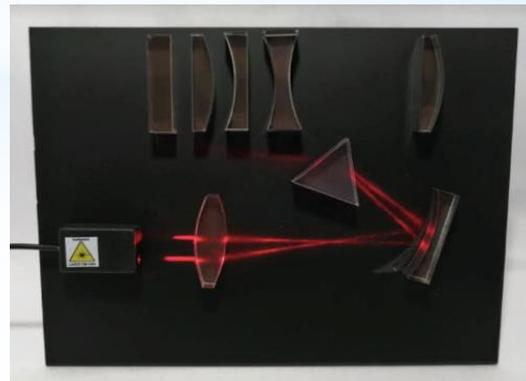
- Nesse Experimento Portátil observa-se as leis da óptica geométrica com lentes, prisma e espelhos. Uma luz laser com 2 feixes retilíneos com conexão tipo USB é alimentado por uma fonte de voltagem DC. O aparato é portátil com o objetivo de realizar os experimentos na própria sala de aula, no birô ou na carteira do estudante. Usa como método o Ambiente de Aprendizagem Científica Experimental que enfatiza na abordagem “como pensa e age um cientista”. O uso deste equipamento pode ser demonstrativo, tipo lúdico, onde se enfatiza os formatos das peças em acrílico e os desvios dos feixes, por exemplo, para os alunos do ensino fundamental ou público em geral, mas também pode ser feito estudo quantitativo com medida dos focos (da ordem de centímetros), determinação do índice de refração do acrílico ($n=1,5$) ou ainda estudo em espelhos curvos. Um material que pode ser usado no ensino fundamental I e II, no ensino médio e também no ensino superior, principalmente para entender a óptica do olho humano.

Material do ExP

- Caixote em madeira.
- Quadro magnético.
- Fonte AC/DC USB.
 - Entrada 220 ou 110 volts.
- Laser com 2 feixes.
- 02 lentes convergentes.
- 02 lentes divergentes.
- 01 lente plana.
- 01 prisma.
- 01 espelho côncavo/plano.
- 01 espelho convexo/plano.
- 01 Figura do Olho Humano.



Leis da Óptica Geométrica e seus materiais.



LEI DA REFLEXÃO

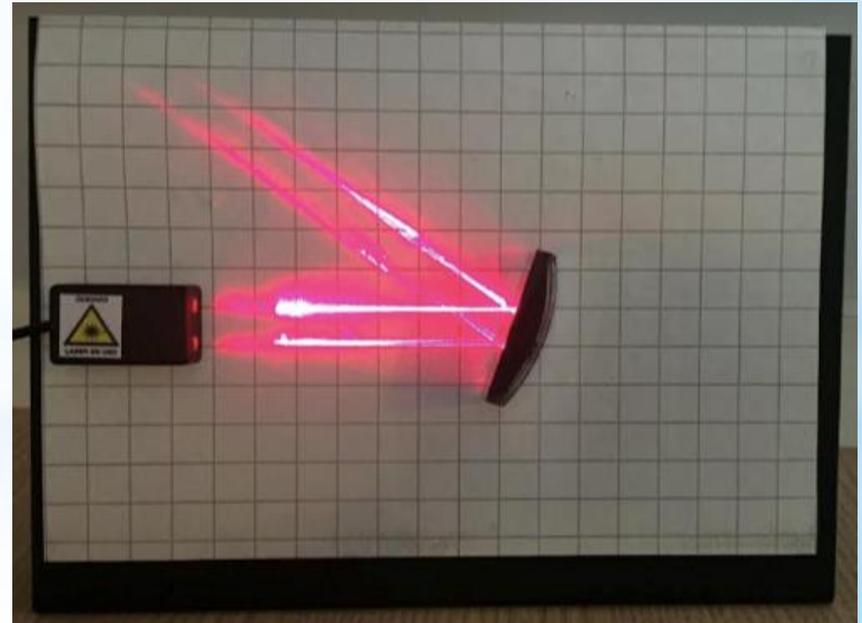
Procedimento Espelho Plano.

- Ligue a fonte AC/DC USB em uma tomada elétrica.
- Fixe um papel na placa magnética.
- Fixe o laser na placa magnética, movimente a fonte laser para que os feixes fiquem na horizontal.
- **Coloque um espelho plano** (espelho plano-convexo) na frente dos feixes e observe a trajetória dos feixes refletidos.
- Com uma caneta, desenhe o contorno do espelho plano e para cada feixe retilíneo marque 2 pontos para depois desenhar a reta de cada feixe.
- Retire o papel da placa magnética, coloque-o em uma mesa plana e desenhe a trajetória dos feixes, antes e depois da reflexão.
- Observe atentamente as figuras geométricas formadas pelos feixes antes e depois da reflexão no espelho. Você consegue observar algum padrão ?

LEI DA REFLEXÃO

Procedimento Espelho Plano.

- Meça o tamanho dos catetos dos triângulos formados antes e depois da reflexão dos feixes. Anote estes valores.
- Discuta estes seus resultados, faça previsões para quando girar o espelho, que novos triângulos surgirão ?
- Qual o formato dos novos triângulos para os novos ângulos de incidência?

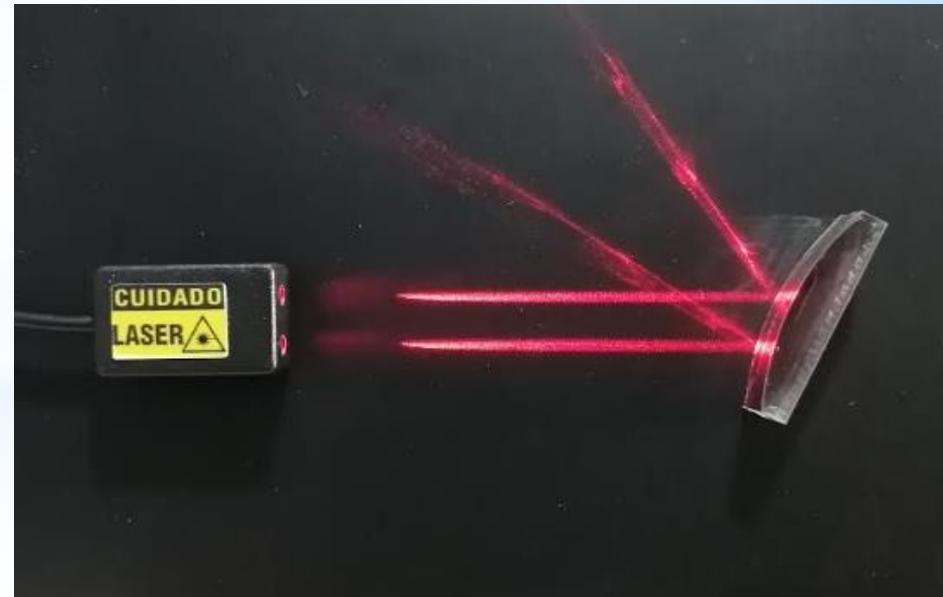
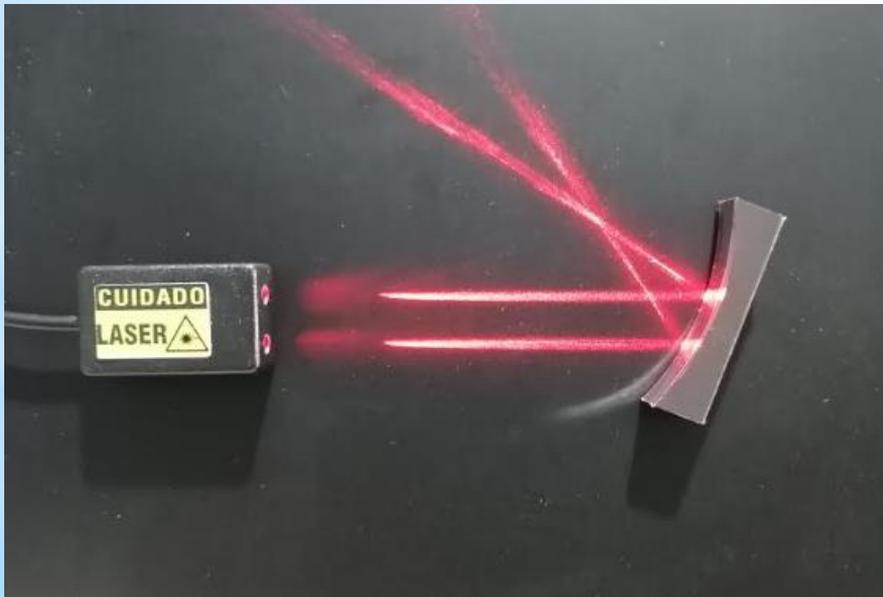


Laser, seus feixes incidentes e refletidos no espelho plano.

LEI DA REFLEXÃO

Procedimento Espelhos Curvos, côncavo e convexo.

- Observe as reflexões dos feixes nos espelhos côncavo e convexo, desenhe as trajetórias dos feixes antes e depois de cada espelho curvo, gire os espelhos e faça inúmeras observações. Quais são as figuras geométricas formadas ?
- Discuta estes seus resultados, faça previsões para quando girar estes espelhos, que novas figuras surgirão ?



Laser, seus feixes incidentes e refletidos nos espelhos côncavo e convexo.

LEI DA REFLEXÃO

Análise dos resultados experimentais.

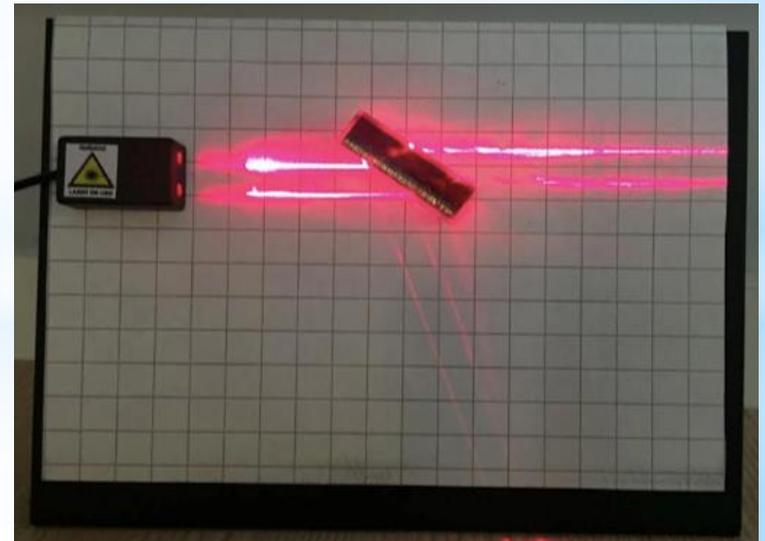
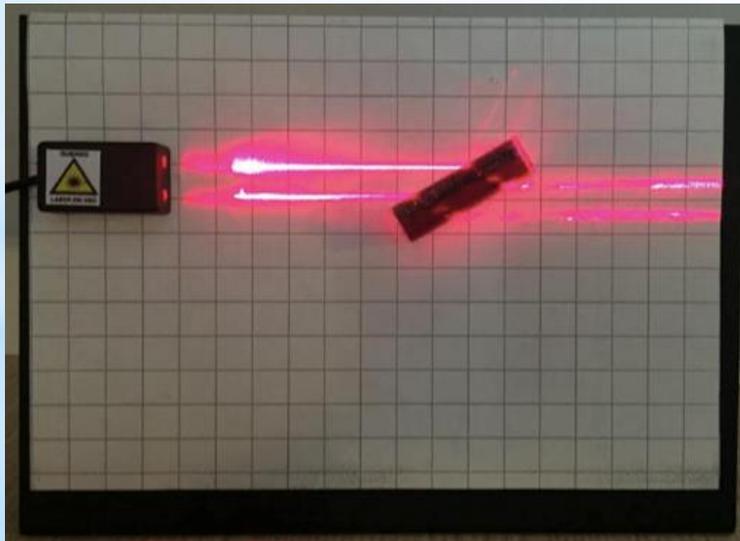
- Que padrão nos triângulos é encontrado ao se observar os feixes refletidos nos espelhos plano?
- Qual a relação entre os catetos destes triângulos ?
- Matematicamente qual a relação entre os catetos de um triângulo e seus ângulos internos?
- Você consegue esboçar uma expressão matemática para esta observação?

- Esta expressão hoje é escrita como .
- Esta expressão matemática encontrada () para os espelhos planos se aplica aos espelhos curvos, côncavo e convexo, explique sua resposta, debata com seus colegas e o professor.

LEI DA REFRAÇÃO

Procedimento Lente Plana.

- Ligue a fonte AC/DC USB em uma tomada elétrica.
- Fixe um papel na placa magnética.
- Fixe o laser na placa magnética, deixe os feixes na horizontal.
- **Coloque a lente plana** na frente dos feixes e observe a trajetória dos feixes que atravessam esta lente.
- Gire a lente com relação aos feixes incidentes, faça isto para umas 05 posições angulares diferentes.

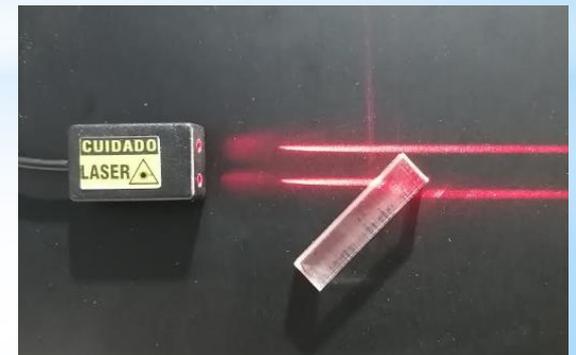
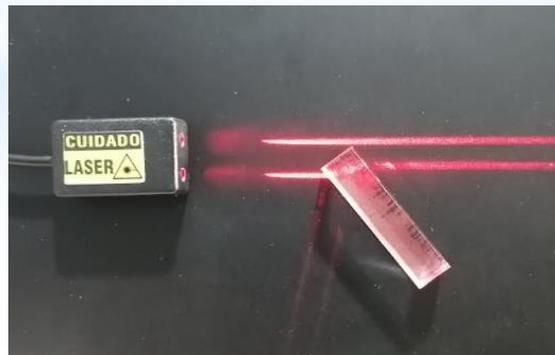
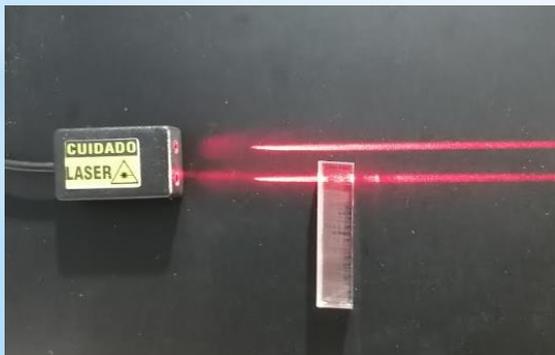


Laser, seus feixes incidentes e refratados na lente plana.

LEI DA REFRAÇÃO

Procedimento Lente Plana.

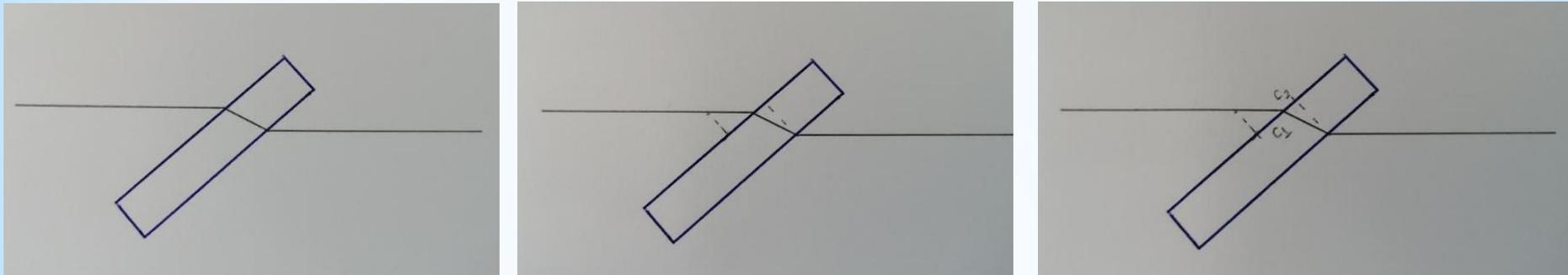
- Com uma caneta, desenhe o contorno da lente plana e para cada feixe retilíneo, antes e depois desta lente, marque 2 pontos para depois desenhar a reta de cada feixe.
- Gire a lente para outro ângulo e redesenhe os feixes, antes e depois da lente plana.
- Retire o papel da placa magnética, coloque-o em uma mesa e desenhe a trajetória dos feixes, antes, dentro e depois da lente plana.
- Você consegue entender a razão dos feixes se deslocarem para baixo ou para cima? Que variáveis experimentais mudam a posição dos feixes, ângulo, posição com relação a fonte dos lasers ?
- Há alguma relação do deslocamento do feixe com o ângulo da lente ?



LEI DA REFRAÇÃO

Procedimento Lente Plana.

- Vamos agora fazer um estudo quantitativo.
- Vamos medir a projeção do feixe, a componente sobre a superfície da lente plana, conforme os desenhos que segue, isto para 05 ângulos diferentes.



- Faça uma tabela para os 05 diferentes C_1 e C_2 .
- Observe que a divisão C_1/C_2 é sempre uma constante.
- Neste caso é salutar inferir que esta constante seja igual a divisão dos chamados índices de refração dos meios materiais, antes e depois, da superfície? Teste esta hipótese.

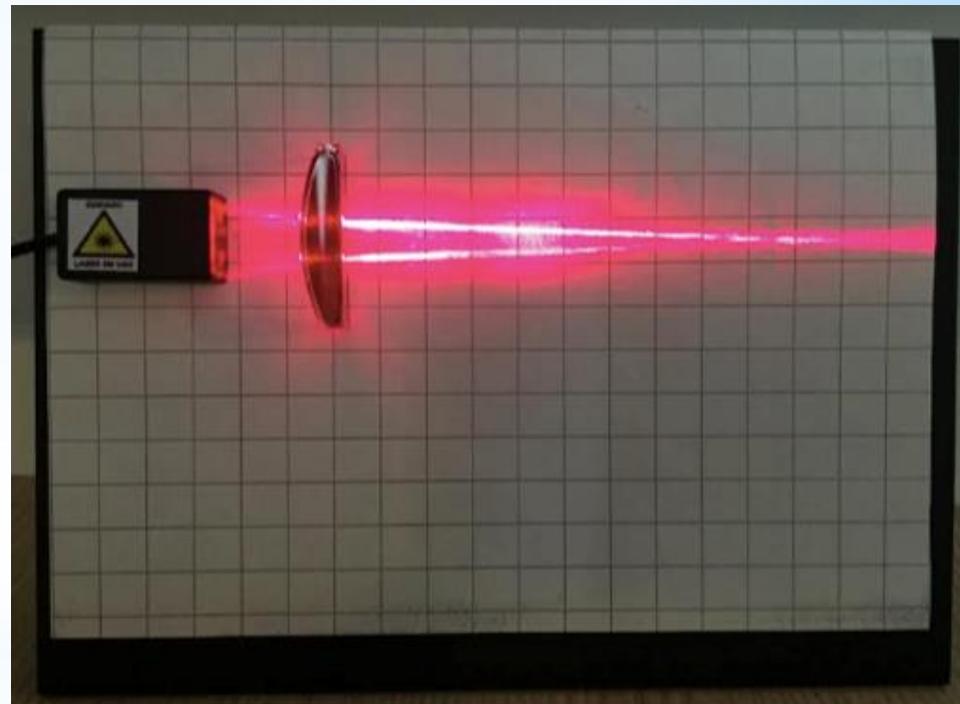
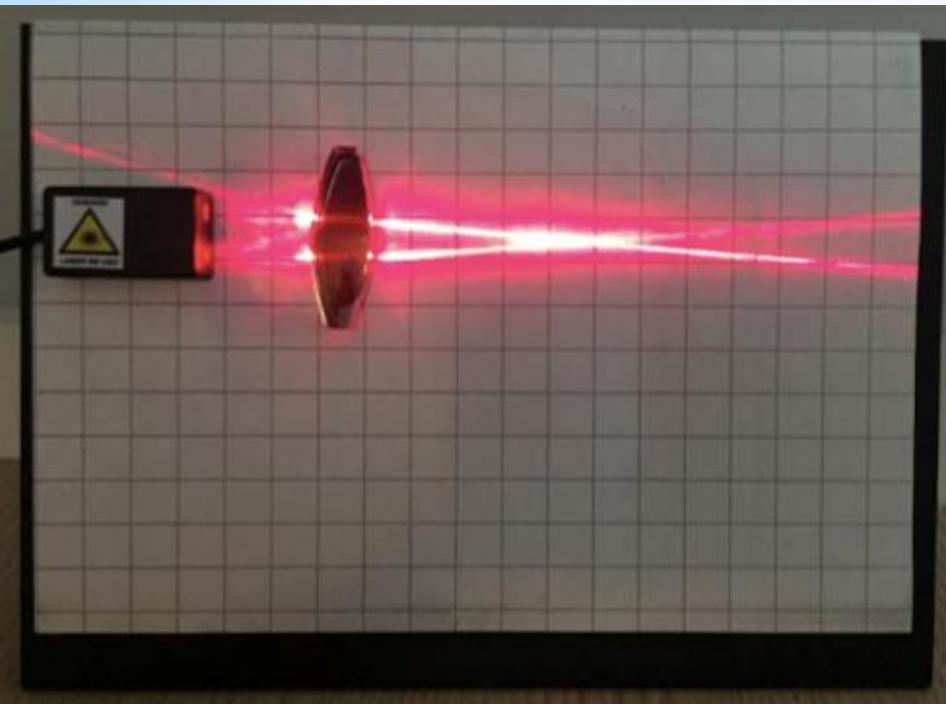
- Testou ? Que tal agora o inverso a divisão dos índices de refração.
- Cada componente C é igual ao $C_1 = \text{sen}(\theta_{\text{incidente}})$.
- E também $C_2 = \text{sen}(\theta_{\text{refratado}})$.
- Assim, teremos $\text{sen}(\theta_{\text{incidente}})/\text{sen}(\theta_{\text{refratado}}) = n_2/n_1$.
- Ou ainda,

$$n_1 \text{sen}(\theta_{\text{incidente}}) = n_2 \text{sen}(\theta_{\text{refratado}})$$

Observações Quantitativas nas Lentes, Prisma e Espelhos Curvos

Procedimento Lentes Convergentes:

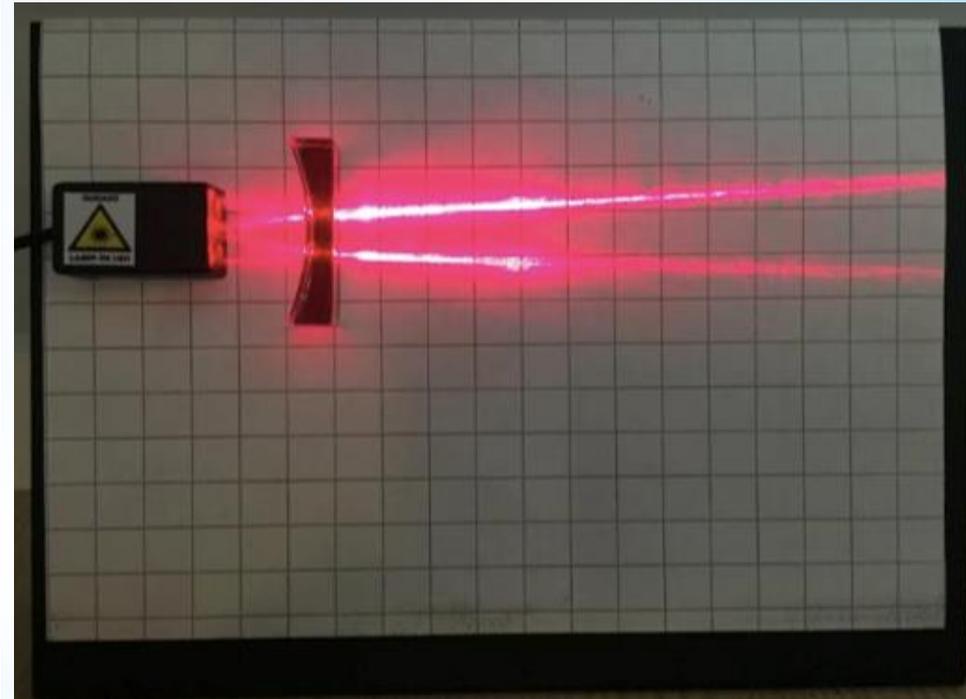
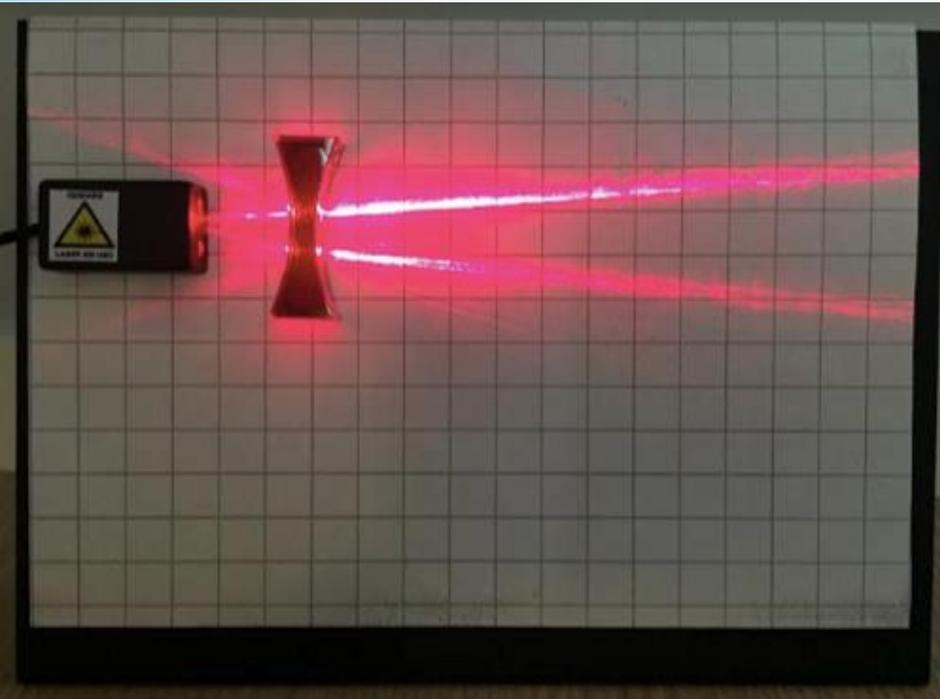
- Ligue a fonte AC/DC USB em uma tomada elétrica.
- Fixe um papel na placa magnética.
- Fixe o laser na placa magnética, deixe os feixes na horizontal.
- **Coloque a lente bi-côncava** na frente dos feixes e observe a trajetória.
- Com uma caneta, desenhe o contorno da lente no papel e para cada feixe retilíneo marque 2 pontos para depois desenhar a reta de cada feixe.
- Retire o papel da placa magnética. Com o papel sobre uma mesa plana desenhe a trajetória dos feixes com a união dos 2 pontos marcados e forme a reta da trajetória de cada feixe luminoso. Após a lente os dois feixes coincidem num ponto. A reta horizontal do centro da lente a este ponto é chamado foco da lente. Com uma régua meça do centro do desenho da lente a esse ponto, essa distância é distância focal da lente. Neste caso um foco positivo de uma lente convergente, anote o valor $f =$ _____ .
- Repita esse procedimento para outra lente convergente côncava-plana.



Laser, seus feixes incidentes e refratados na lente convergente bi-cônvexa à esquerda. Na direita a lente convergente cônvexa-plana.

Procedimento Lentes Divergentes:

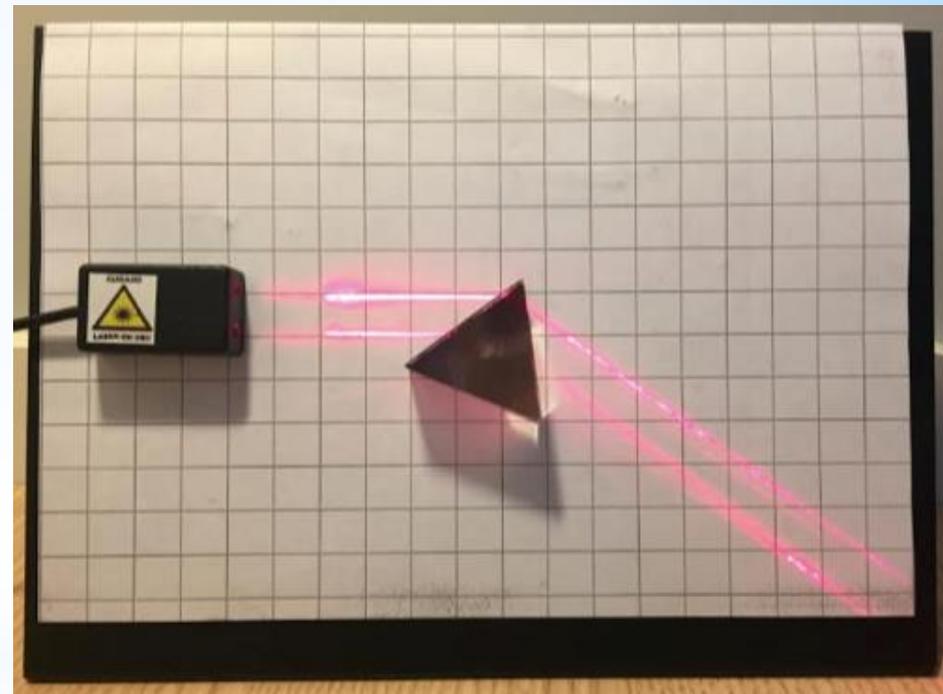
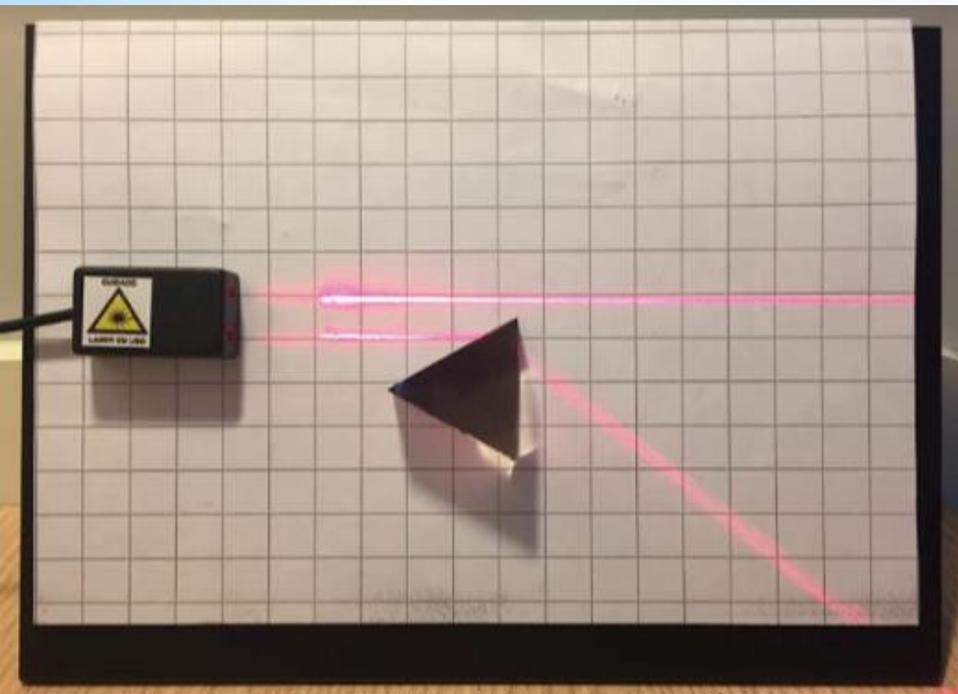
- Ligue a fonte AC/DC USB em uma tomada elétrica.
- Fixe um papel na placa magnética.
- Fixe o laser na placa magnética, deixe os feixes na horizontal.
- **Coloque a lente bi-convexa** na frente dos feixes e observe a trajetória.
- Com uma caneta, desenhe o contorno da lente no papel e para cada feixe retilíneo marque 2 pontos para depois desenhar a reta de cada feixe.
- Retire o papel da placa magnética. Desenhe a trajetória dos feixes, inclusive para a região antes da lente divergente, nessa região os dois feixes coincidem num ponto. Esse ponto é chamado foco da lente, nesse caso o valor é considerado negativo, pois está antes da lente. Com uma régua meça do centro do desenho da lente a esse ponto, essa distância é distância focal da lente, ou simplesmente, o foco dessa lente divergente, anote o valor $f = - \underline{\hspace{2cm}}$.
- Repita esse procedimento para outra lente convergente convexa-plana.



Laser, seus feixes incidentes e refratados na lente divergente bi-côncava à esquerda. Na direita a lente divergente côncava-plana.

Procedimento Prisma

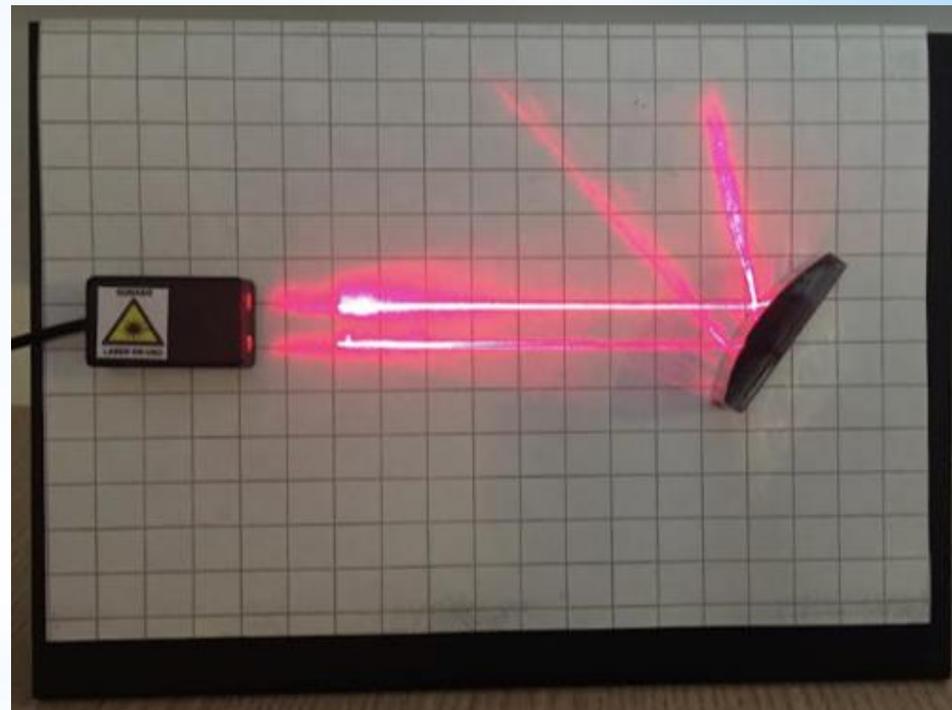
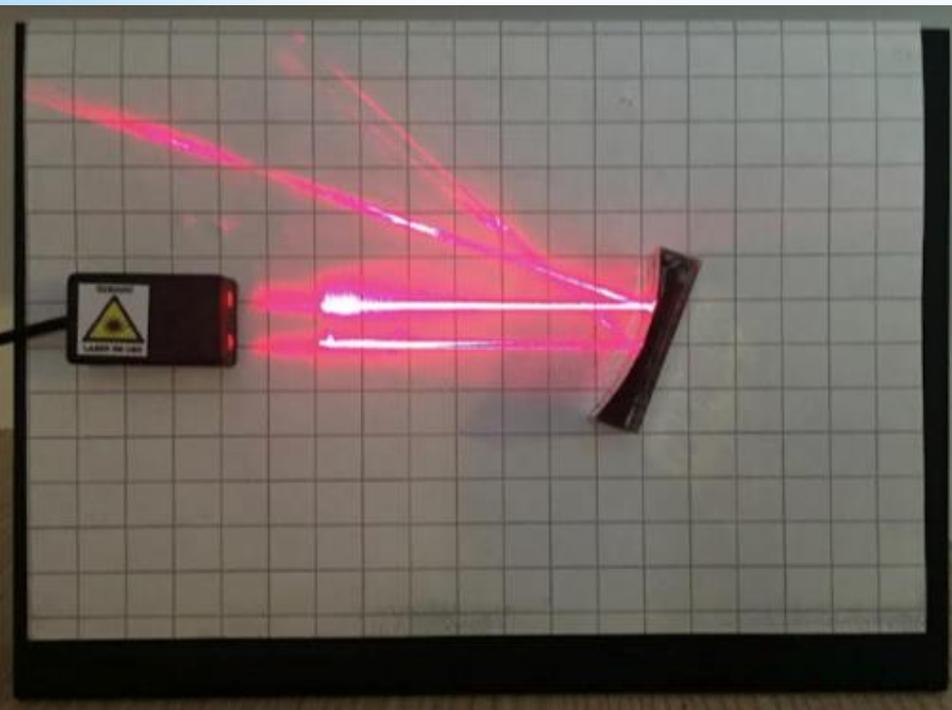
- Ligue a fonte AC/DC USB em uma tomada elétrica.
- Fixe um papel na placa magnética.
- Fixe o laser na placa magnética, deixe os feixes na horizontal.
- **Coloque o Prisma** na frente dos feixes com uma inclinação no sentido horário, veja na fotografia que segue. Observe a mudança da trajetória de um único feixe e depois de dois feixes.
- Com uma caneta, desenhe o contorno do prisma e para cada feixe retilíneo marque 2 pontos para depois desenhar a reta de cada feixe.
- Retire o papel da placa magnética. Desenhe a trajetória dos feixes, antes, dentro e depois do prisma.
- Aplique duas vezes a lei da refração, nas superfícies ar-acrílico e depois acrílico-ar para descrever/entender a mudança da trajetória dos feixes.



Laser, seus feixes incidentes e refratados no prisma, refratando um único feixe à esquerda. Na direita, refratando os dois feixes.

Procedimento Espelhos Curvos:

- Ligue a fonte AC/DC USB em uma tomada elétrica.
- Fixe um papel na placa magnética.
- Fixe o laser na placa magnética, deixe os feixes na horizontal.
- **Coloque o espelho côncavo** na frente dos feixes e observe a mudança trajetória dos feixes, estes se juntam em um ponto logo após a reflexão, no foco do espelho côncavo.
- Com uma caneta, desenhe o contorno da lente e para cada feixe retilíneo marque 2 pontos para depois desenhar a reta de cada feixe.
- Retire o papel da placa magnética, coloque-o em uma mesa plana e desenhe a trajetória dos feixes, antes e depois da reflexão nesse espelho. Meça a distância focal desse espelho, o raio de curvatura desse espelho é 5 centímetros.
- Repita o procedimento para o espelho convexo, neste caso a distância focal será negativa.

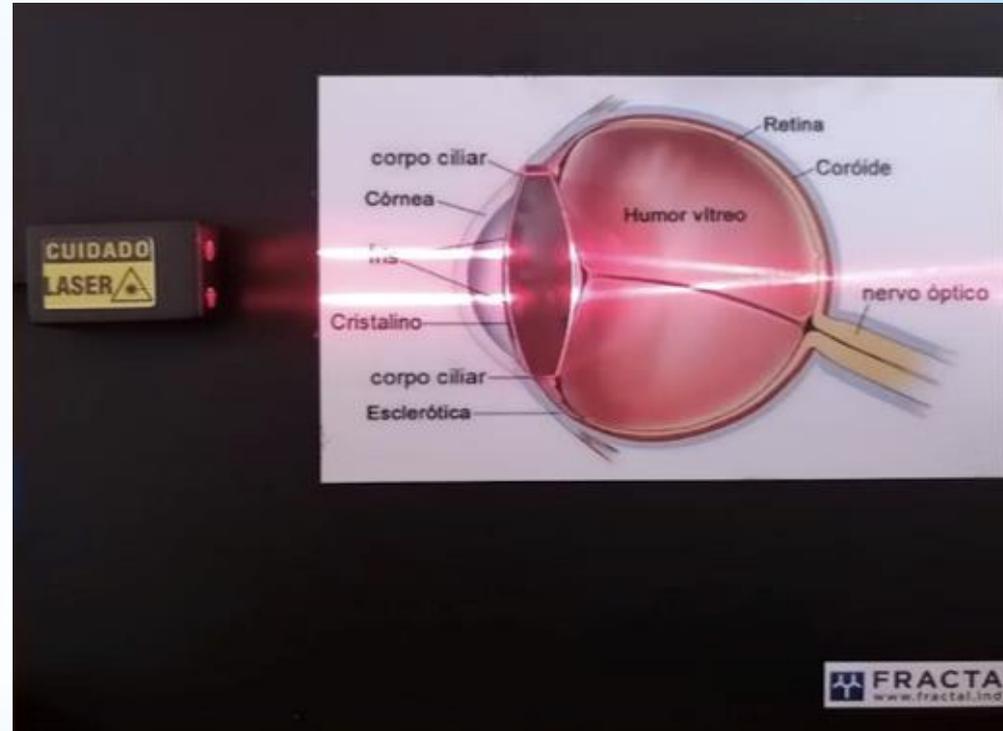


Laser, seus feixes incidentes e refletidos no espelho côncavo, focando em um ponto, à esquerda. Na direita, feixes incidentes e refletidos no espelho convexo.

Óptica do Olho Humano

Procedimento Olho Humano.

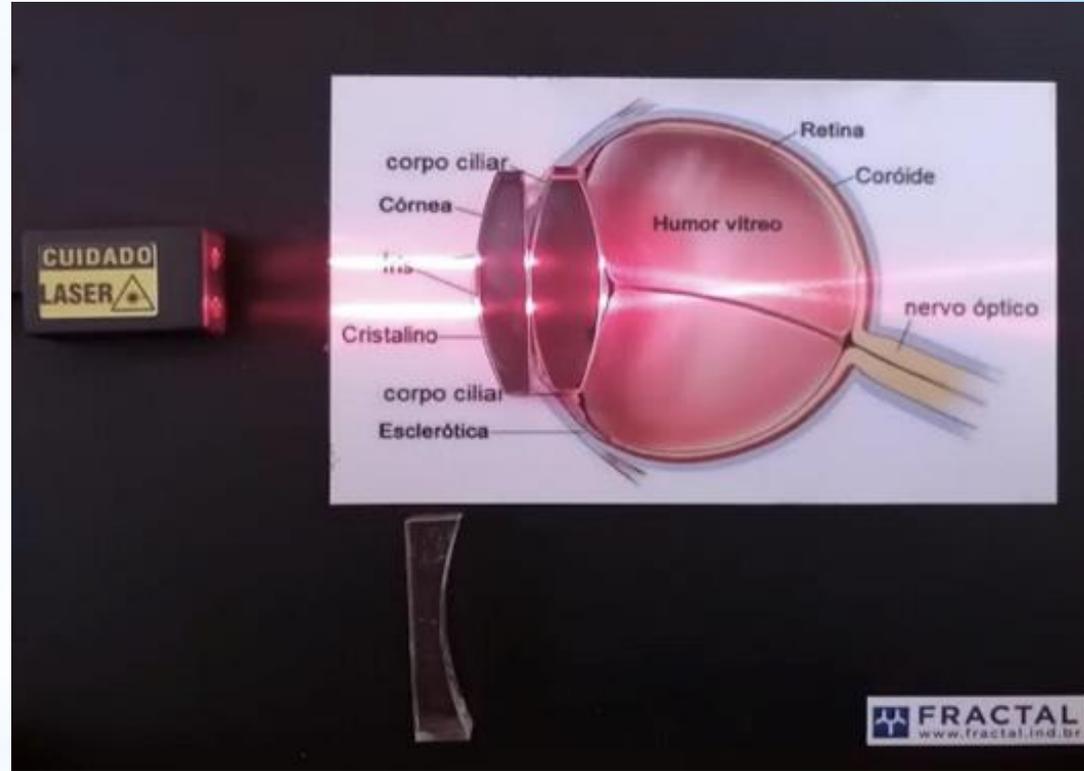
- Vamos agora fazer um estudo visual dos feixes luminosos em figura representativa das parte de um olho humano.
- Fixe a placa magnética e a figura do olho humano, conforme a fotografia que segue. Identifique na figura as partes do olho principalmente, a **Retina**, que são os sensors onde a luz focada incide para formar a imagem que irá par ao cérebro.
- Coloque a lente convergente de foco = + 5.0 cm na região da figura onde está o desenho do **Cristalino**. Ajuste esta lente para focar os dois feixes exatamente na **Retina**, conforme apresentado na fotografia abaixo.



Óptica do Olho Humano

Procedimento Olho Humano.

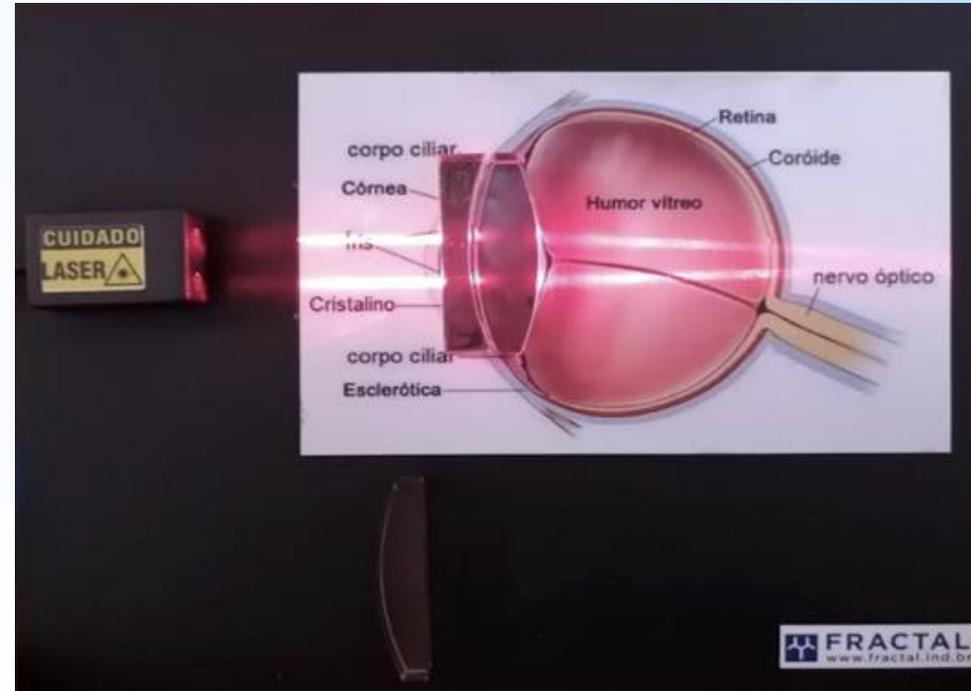
- Separe as duas outras lentes de foco, + 10.0 cm e -10 cm.
- Para demonstrar a **míopia**, coloque a lente de +10.0 cm na frente da lente do Cristalino, isto fará com que o foco se aproxime do Cristalino, ou seja, a lente do olho esta representada aqui com uma deformação, estando mais larga na parte central.
- Teste qual das lentes que sobraram deste material qual fará com que o foco retorne a Retina. Anote o foco deste lente e qual é o seu formato.
- Vejas as fotografias ilustrativas destes procedimentos.



Óptica do Olho Humano

Procedimento Olho Humano.

- Para demonstrar a **hipermetropia**, coloque a lente de -10.0 cm na frente da lente do Cristalino, isto fará com que o foco se afaste do Cristalino, ou seja, a lente do olho esta representada aqui com uma deformação, estando mais larga na parte das bordas.
- Teste qual das lentes que sobraram deste material qual fará com que o foco retorne a Retina. Anote o foco deste lente e qual é o seu formato.
- Faça um comparativo entre a míopia e hipermetropia, que semelhanças e diferenças há nestes tipos de defeitos de visão ?
- Consulte bibliografia e determine o grau de cada uma das lentes usadas aqui com $f = + 5,0$ cm, $f = +10,0$ cm e $f = - 10,0$ cm.



PERGUNTAS

- Como explicar a reflexão do feixe na película refletiva dos espelhos planos ?
- No experimento com a lente-plana, é observado luz refletida na primeira superfície desta lente ? Crie ideias e/ou modelos para justificar esta observação experimental.
- Como justificar o foco de uma lente convergente ou divergente apenas com argumentos geométricos, isto é, do formato da lente ?
- Que fatores influenciam no foco de uma lente, tipo de material, as curvatura da superfície ou outros fatores ?
- Para o prisma usado nos experimentos aqui, se o laser for de outra cor, o desvio do feixe após passar dentro dele será maior ou menor do que o laser vermelho ?
- Que instrumentos ópticos são construídos com lentes e espelhos ?
- A radiação é considerada também formada por partículas, chamadas fótons. Que outras partículas físicas possuem características de onda ? Estas outras partículas obedecem as leis da reflexão e refração ?