



Olimpíadas de Física – Etapa Nacional

16 de maio de 2026

Duração: 1 h 25 min

Prova Experimental - Escalão A

As lentes são dispositivos ópticos feitos geralmente de vidro ou plástico transparente, capazes de desviar a trajetória da luz. Esse desvio ocorre devido à refração, que é a mudança de direção da luz ao passar de um meio para outro com índices de refração diferentes, como do ar para o vidro.

Existem dois tipos principais de lentes: as lentes convergentes (vergência positiva) e as lentes divergentes (vergência negativa). Nesta prova, vamos focar nas lentes positivas, que têm grande importância em instrumentos ópticos como lupas, câmaras e o olho humano.

As lentes convergentes são mais espessas no centro do que nas bordas. Elas têm a capacidade de convergir (juntar) os raios de luz que incidem paralelamente ao seu eixo principal (eixo óptico). Esses raios, após atravessarem a lente, encontram-se em um ponto chamado foco (F). A distância entre o centro da lente e o foco é chamada de distância focal (f). Na imagem seguinte, mostra-se uma lente convergente e a localização do seu foco. Notem que se convencionou que nos desenhos ópticos a luz se propaga da esquerda para a direita.

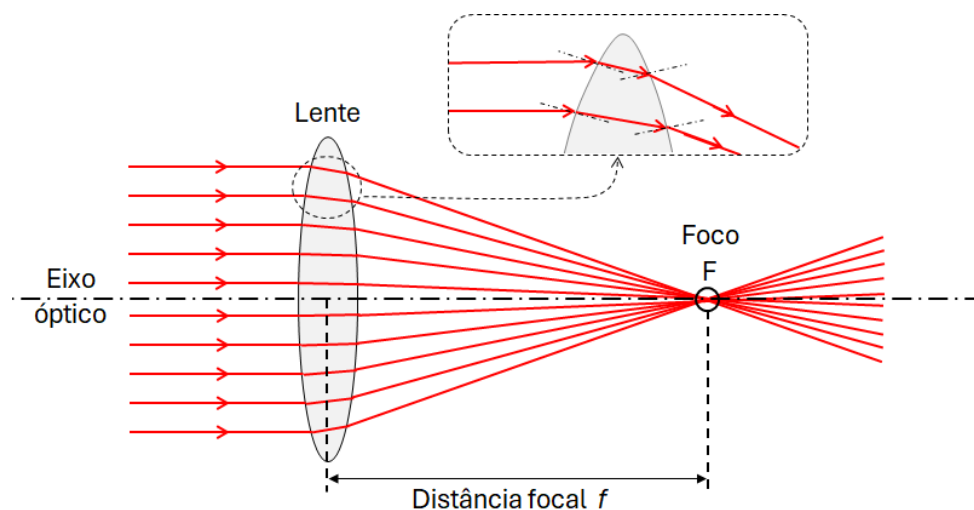


Figura 1: Representação de uma lente convergente, com o seu eixo-óptico, o foco e a distância focal

Define-se também a potência óptica de uma lente através da sua distância focal, sendo que esta é expressa em Dioptrias D (m^{-1}) e é dada por: $P = 1 / f$, com a distância focal f medida em metro.

A formação de imagens em lentes convergentes depende da posição do objeto em relação à lente. Consoante a posição do objeto relativamente à lente, as imagens resultantes podem ser reais ou virtuais.

Para determinarmos onde se forma a imagem de um objeto e quais as suas características, existe o método do traçado de raios que transforma um problema de óptica em algo visual e simples de resolver para o caso de lentes delgadas (finas), que é o nosso caso.

O método do traçado de raios consiste em desenhar alguns raios de luz específicos que saem do objeto e observar como eles se comportam ao atravessar a lente, de forma compatível com o que é mostrado na Figura 1. Numa lente convergente, não é preciso desenhar todos os raios, sendo que apenas três raios são suficientes para localizar a imagem.

- A. Comecem por desenhar o eixo óptico da lente (linha horizontal), como é indicado na Figura 2
- B. Desenhem a lente no meio da folha, representada por uma linha vertical com duas setas (para indicar que é uma lente convergente) e marca os focos (F) dos dois lados a uma distância focal f da lente.
- C. Coloquem o objeto, do lado esquerdo da lente, à distância a que este se encontra da mesma. Os objetos são normalmente representados por uma seta com a base no eixo óptico e o topo representando a altura do objeto.
- D. Tracem os três raios descritos seguidamente:
 1. Um raio paralelo ao eixo óptico que sai do topo do objeto e que ao atravessar a lente é desviado passando pelo foco F do outro lado da lente.
 2. Um raio que passa pelo centro da lente e que segue sem sofrer nenhum desvio seguindo em linha reta.
 3. Um raio que sai do topo do objeto, passa pelo foco (antes da lente) e, ao atravessar a lente, emerge paralelo ao eixo óptico.
- E. Depois de traçarem pelo menos dois desses raios, basta observarem onde eles se cruzam para determinar o topo da imagem, sendo que o outro ponto se encontra prolongando este até ao eixo óptico. Se os raios se cruzam forma-se uma imagem real, do outro lado da lente. Se os raios não se encontram, mas seus prolongamentos se cruzam forma-se uma imagem virtual, no mesmo lado do objeto (nota que as imagens reais podem ser projetadas numa folha de papel, enquanto as imagens virtuais não podem). Nesta prova vamos trabalhar apenas com imagens reais.

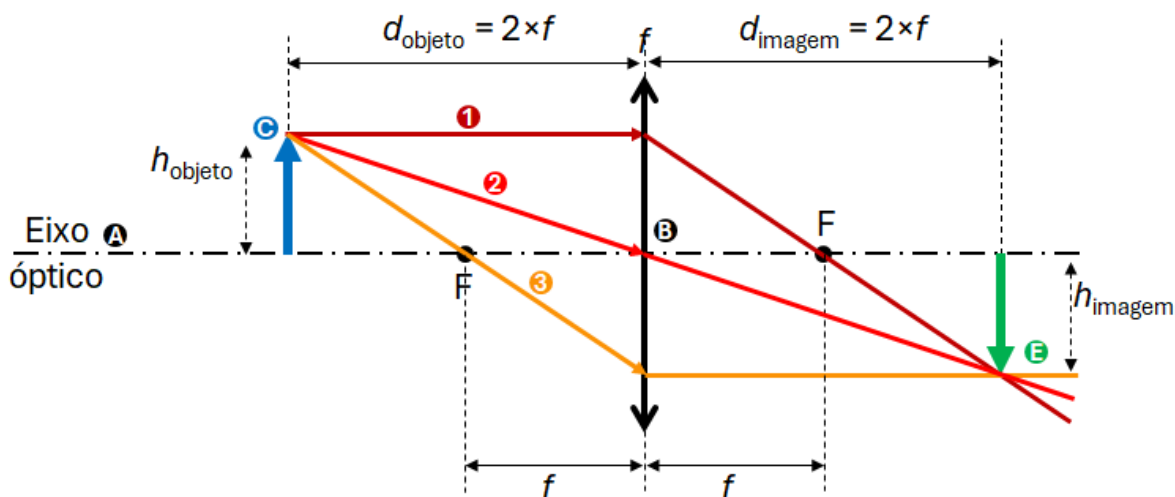


Figura 2: Representação do método do traçado de raios

O Exemplo mostrado na Figura 2 representa uma situação muito particular em que o objeto se encontra a uma distância à lente que é o dobro da distância focal da lente $d_{\text{objeto}} = 2 \times f$. Neste caso, a imagem é real, invertida e exatamente do mesmo tamanho que o objeto, formada também a uma distância $d_{\text{imagem}} = 2 \times f$, mas do outro lado.

Em resumo, as lentes convergentes são essenciais para manipular a luz e formar imagens com diferentes características, dependendo da posição do objeto em relação à lente.

Desenhem nas páginas que encontram no fim do enunciado as duas situações indicadas para lentes convergentes e preencham a tabela com as características da imagem para cada uma delas:

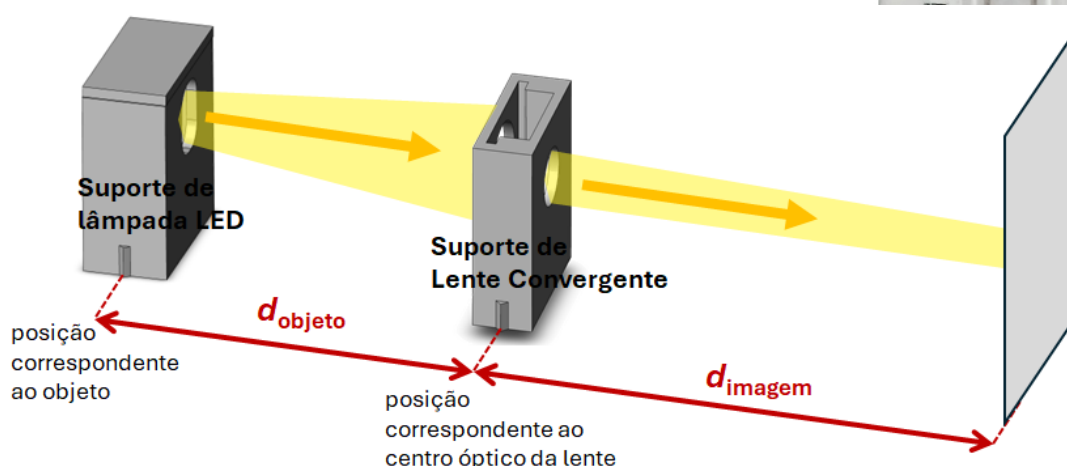
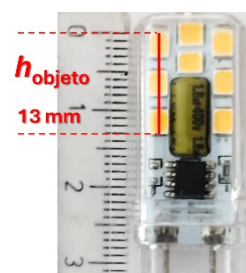
- 1) Objeto situado a $d_{\text{objeto}} = 1,5 \times f$, ou seja, situada entre a distância focal e o seu dobro
- 2) Objeto situado a $d_{\text{objeto}} = 3 \times f$, ou seja, a uma distância além do dobro da distância focal, normalmente designada em óptica por dupla distância focal

Objeto	Imagem		
	Tipo	Orientação relativamente ao objeto	Dimensão
<i>entre a distância focal e o seu dobro</i>	Real	?	?
<i>na dupla distância focal</i>	Real	Invertida	Do mesmo tamanho que o objeto
<i>além da dupla distância focal</i>	Real	?	?

PARTE EXPERIMENTAL

Material

- Lâmpada LED para servir de objeto. Para definir a dimensão do objeto, considerem a altura definida pelos 3 LED indicados na figura e que correspondem a um $h_{\text{objeto}} = 13 \text{ mm}$. Os restantes LED são importantes para perceberem qual a orientação da imagem. A lâmpada está colocada num suporte que identifica a posição dos LEDs.



- Lente convergente colocada num suporte que identifica a posição correspondente ao centro óptico da lente (que equivale à linha vertical que a define). Esta lente tem uma potência óptica de 4,5 D (Dioptrias).
- Fita métrica para medir distâncias.
- Folhas de papel milimétrico para servir de alvo onde se deve formar e medir a dimensão das imagens.

Procedimento

- Calculem qual a distância focal da lente f .

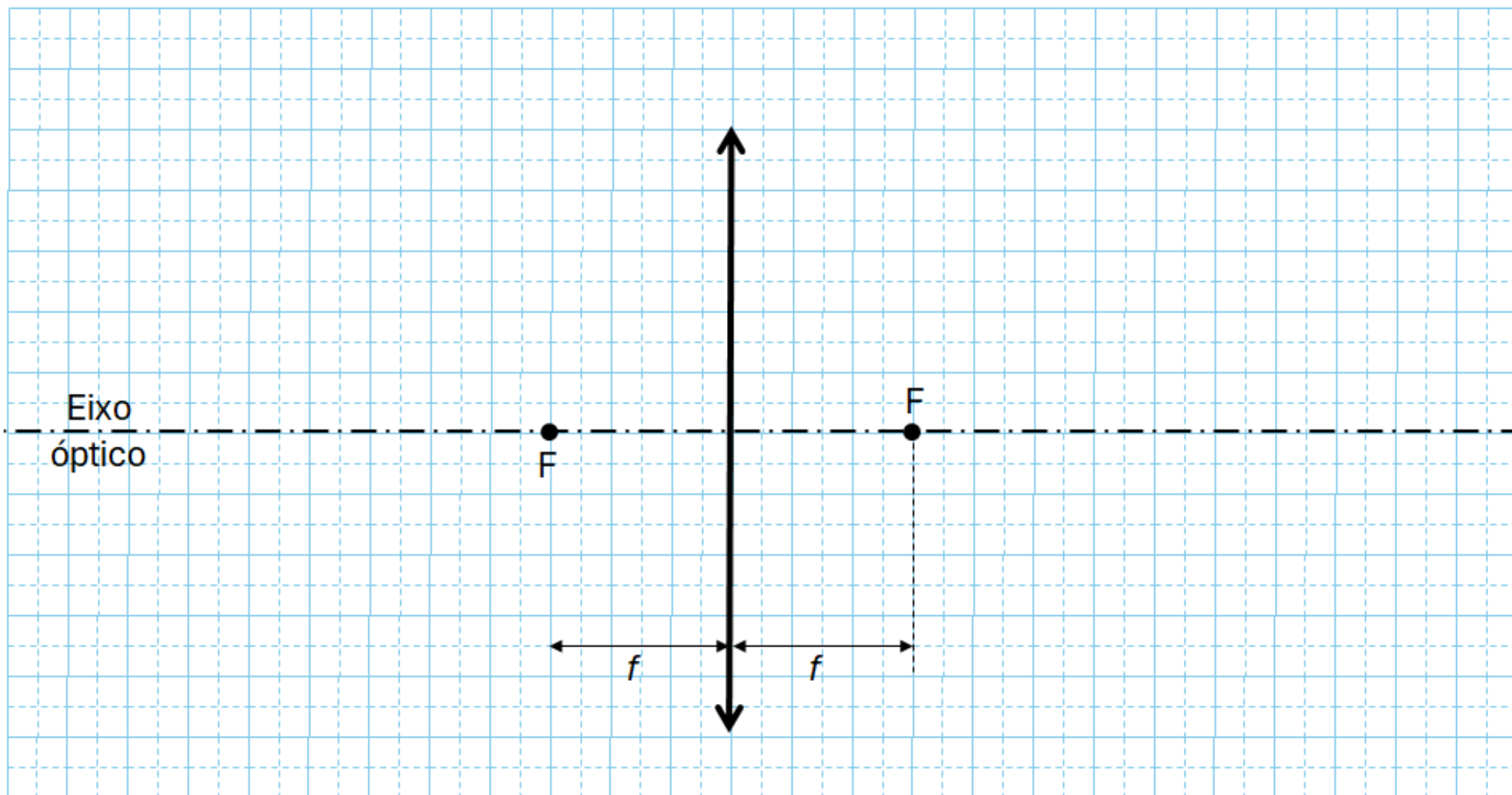
- Coloquem o objeto nas seguintes posições relativamente à lente e procurem o plano em que a imagem desse objeto é formado, ou seja, o plano em que o objeto está focado e por isso mais nítido (como sugestão, desloquem o alvo em torno da posição que aparenta estar mais nítido para conseguirem determinar a posição com mais rigor). Registem na Tabela de Dados Experimentais (no fim do enunciado) os dados relativos à imagem do objeto para cada caso.

- 3) Confirmem se as características da imagem são as descritas na tabela que preenchem a partir do traçado de raios.

- 4) Determinem qual a ampliação $m = h_{\text{imagem}} / h_{\text{objeto}}$ obtida para cada uma das posições, preencha a Tabela de Dados Experimentais e construa o Gráfico da Ampliação em função da Distância Objeto (no fim do enunciado). Pode concluir que a variação é linear?

- 5) Com os dados já existentes na Tabela de Dados Experimentais, calculem a razão entre a distância imagem e a distância objeto $r = d_{\text{imagem}} / d_{\text{objeto}}$ para cada uma das posições, e preencham o valor obtido na mesma tabela. De seguida registem os pontos no Gráfico da Ampliação em função da Distância Objeto (usem um símbolo diferente do registo anterior). Que conclusão podem retirar (tenham em conta que os resultados terão sempre algum pequeno erro resultante dos erros experimentais nas medições)?

O que acham que vai acontecer à imagem, ou seja, quais as suas características, se o objeto for colocado no foco da lente (a uma distância da lente igual à distância focal)? Utilizem a montagem experimental para o ajudar na elaboração da sua resposta.



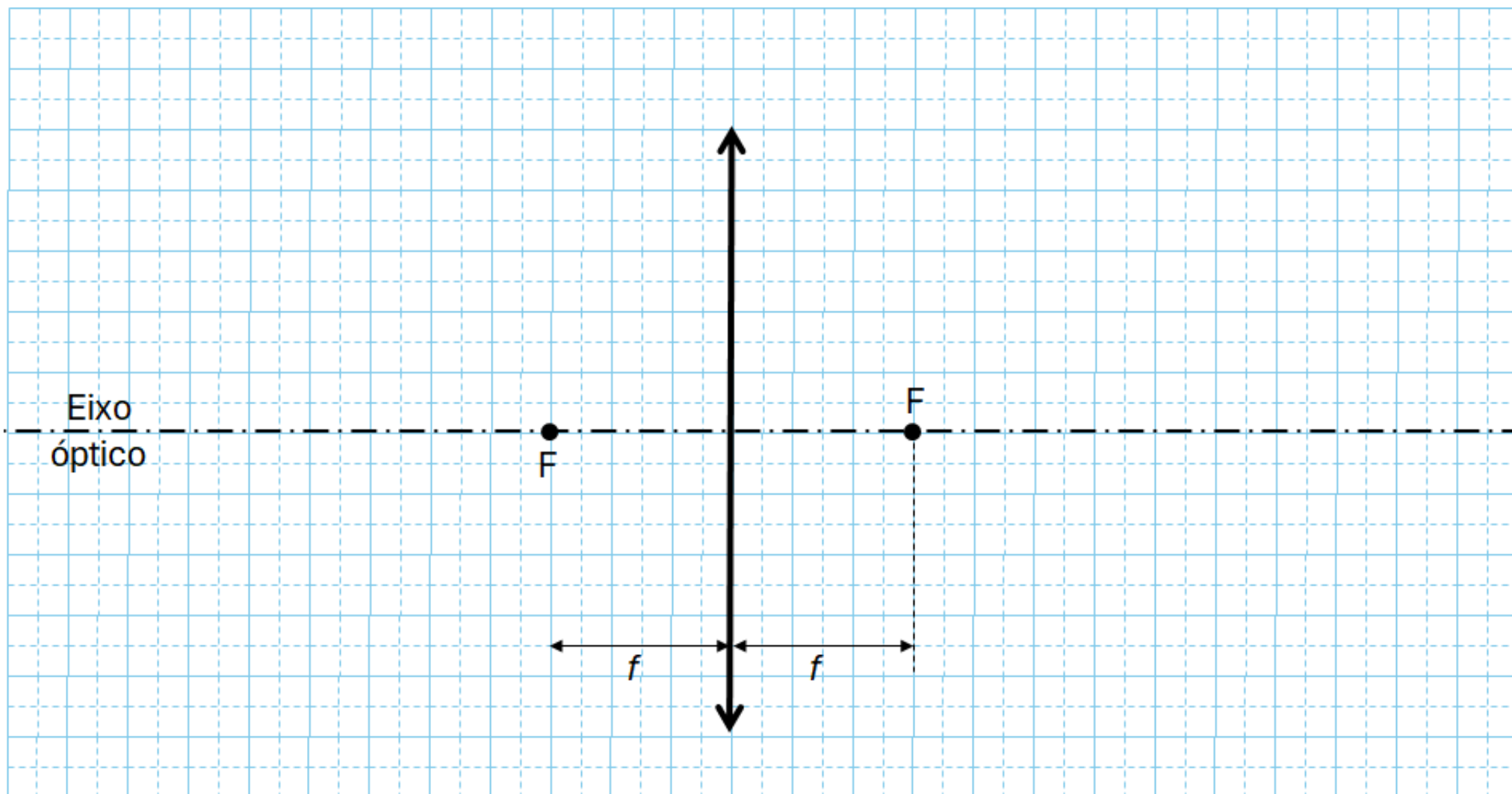


Tabela de Dados Experimentais

d_{objeto}	h_{objeto}	d_{imagem}	h_{imagem}	$m = h_{\text{imagem}} / h_{\text{objeto}}$	$r = d_{\text{imagem}} / d_{\text{objeto}}$
$1,10 \times f =$	13 mm				
$1,25 \times f =$	13 mm				
$1,50 \times f =$	13 mm				
$2,00 \times f =$	13 mm				
$3,00 \times f =$	13 mm				

Gráfico da Ampliação em função da Distância Objeto

