

Campo de Observação e Ampliação de uma Lupa. Dependência com a Distância ao Olho

(The Observation Field and the Magnification of a Magnifying Glass. The Dependence with the Distance to the Eye)

Eden V. Costa e R. Bruno

Instituto de Física

Universidade Federal Fluminense

R. Prof. Edmundo March s/n, Boa Viagem Niterói, R.J., 24210-340, Brasil

Recebido 26 de julho 1997

Os livros texto de óptica, quando explicam o funcionamento de uma lupa, referem-se à atuação em que ela é utilizada junto ao olho. O campo de observação e ampliação, obtidos com uma lupa, dependem, no entanto, da distância olho-lupa. Este artigo tem como objetivo desenvolver um estudo cuidadoso sobre a utilização de uma lupa, e mostrar a dependência das grandezas mencionadas com a distância ao olho.

The optical textbooks explain the functioning of a magnifying glass referring to the simple case it is used close the eye. However, the observation field and the magnification obtained by the magnifying glass (a single positive lens) depend on the eye-lens distance. This paper has the main purpose of developing a study about the magnifying glass utilization and showing the dependence among the parameters above mentioned and eye-lens distance.

1. Introdução

O alcance do olho humano pode ser ampliado através de uma grande variedade de instrumentos ópticos. O instrumento mais simples de ampliação da visão é a lupa, ou microscópio simples, comumente chamado de lente de aumento. Os textos didáticos sobre óptica, ao abordarem o tema lupa, não o fazem com profundidade e riqueza de detalhes. Motivados pelo trabalho de Blommaert e Neve (1987), vamos desenvolver este tema procurando dar especial ênfase ao efeito da distância entre olho e a lupa, geralmente negligenciado nos livros-texto.

O olho humano normal é capaz de formar imagens nítidas de um objeto que pode estar localizado no infinito, como estrelas, por exemplo, ou em um ponto chamado "ponto próximo". Ao se deslocar um objeto até uma distância menor do que o ponto próximo, sua imagem tornar-se-á difusa. Portanto, o ponto próximo é a menor distância capaz de nos dar uma visão nítida e, como consequência, com maior acuidade, isto é, com maior capacidade de distinguir detalhes. Em um olho normal de um adulto, o ponto próximo situa-se acerca

de 25cm do olho, e este será o valor considerado daqui por diante.

Dimensão do campo de observação

O campo de observação de uma lupa pode ser entendido como sendo a região possível de ser observada através dela. No arranjo esquematizado na figura 1, a lupa é uma lente delgada, o olho está fixo e a pupila é um ponto. O olho está localizado no eixo óptico da lupa, cuja distância focal é f e cujo diâmetro é L . Através dela observamos um objeto colocado a uma distância p da lupa. O olho e a lupa estão separados por uma distância d e p' é a distância entre a lupa e a imagem virtual do objeto. A imagem tem um diâmetro y' , correspondente ao campo de observação de diâmetro y , definido pela lupa.

Por semelhança de triângulos podemos escrever:

$$\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} \quad (1)$$

e

$$\frac{L}{d} = \frac{y'}{-p' + d} \quad (2)$$

Combinamos as (1) e (2) obtemos:

$$y = \frac{p}{p'} = \left(\frac{-p' + d}{d} \right) L \quad (3)$$

Usando a equação para lentes delgadas (Hecht, 1990),

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad (4)$$

temos:

$$y = \left(1 + \frac{p}{d} - \frac{p}{f} \right) L \quad (5)$$

$$y = ap + L \quad (6)$$

Onde $a = L(1/d - 1/f)$. A equação (6) é a equação de uma reta. Assim, para uma dada lupa, o campo de observação é uma função linear da distância ao objeto observado. É uma função crescente se $d < f$, constante e igual a L para $d = f$ e decrescente quando $d > f$.

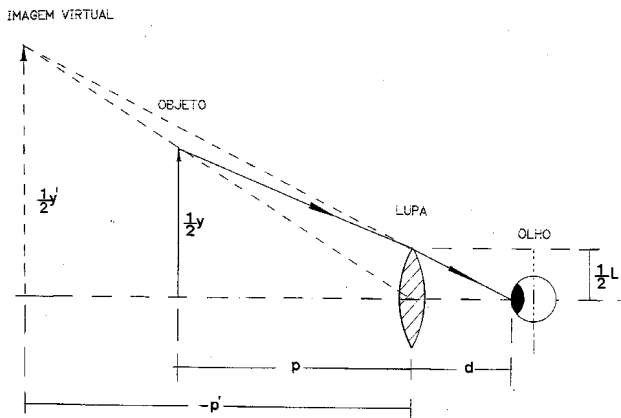


Figura 1. Determinação geométrica do diâmetro y e do campo de observação de uma lupa de distância focal f e diâmetro L. y' é o diâmetro da imagem, e p, p' e d são as distâncias objeto-lupa e olho-lupa, respectivamente.

A maior acuidade é obtida quando a imagem está posicionada no ponto próximo. Neste caso, a distância entre o olho e a imagem é

$$-p' + d = 25cm \quad (7)$$

Uma análise detalhada das equações (6) e (7) pode ser feita com o auxílio da figura 2.

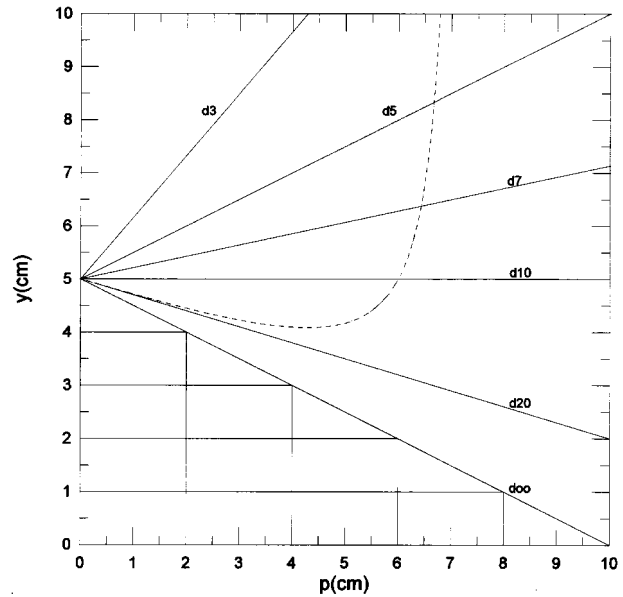


Figura 2. Variação do diâmetro y e do campo de observação de uma lupa, com $f=10cm$ e $L=5cm$, em função da distância p objeto-lupa. A curva pontilhada delimita a região em que $(-p'+d) \leq 25cm$. Para $(-p'+d) < 25cm$ a imagem é difusa, na curva pontilhada $(-p'+d)=25cm$ a imagem forma-se sobre o ponto próximo, situação de maior acuidade. Os números colocados ao lado das letras d representam os valores, em centímetros, das distâncias olho lupa. As retas são as representações geométricas da equação (6). As regiões: hachurada, e $(p'+d) < 25cm$ não apresentam interesse.

Ampliação angular

A ampliação angular, obtida por uma lupa, é definida por:

$$A = \frac{tg\alpha}{tg\beta} \quad (8)$$

onde α é o ângulo segundo o qual se vê, a olho nu, um objeto, colocado no ponto próximo. β é o ângulo segundo o qual se vê o mesmo objeto através da lupa.

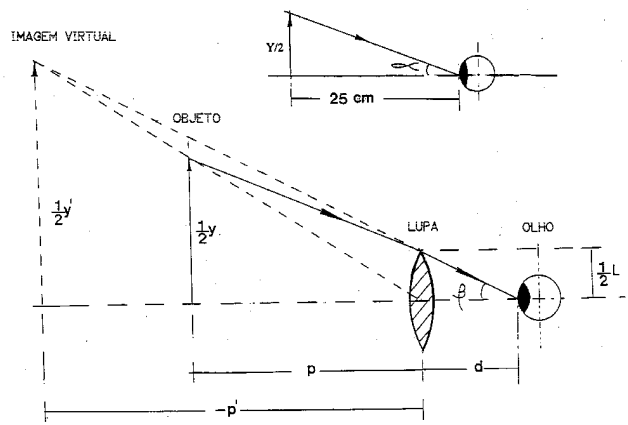


Figura 3. Ampliação Angular A_{25}

A ampliação angular para um objeto no ponto próximo, A_{25} , pode ser obtida com a ajuda da figura 3. Assim, podemos escrever:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y/2}{25} \quad (9)$$

e

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{y'/2}{-p' + d} \quad (10)$$

Novamente, por semelhança de triângulos temos:

$$\frac{y'}{y} = \frac{-p'}{p} \quad (11)$$

Substituindo em (8) as equações (9), (10) e (11), obtemos:

$$A_{25} = \frac{25}{p - (pd)/p'} \quad (12)$$

Substituindo em (12), a equação (4) temos:

$$A_{25} = \frac{25}{p + d - (pd)/f} \quad (13)$$

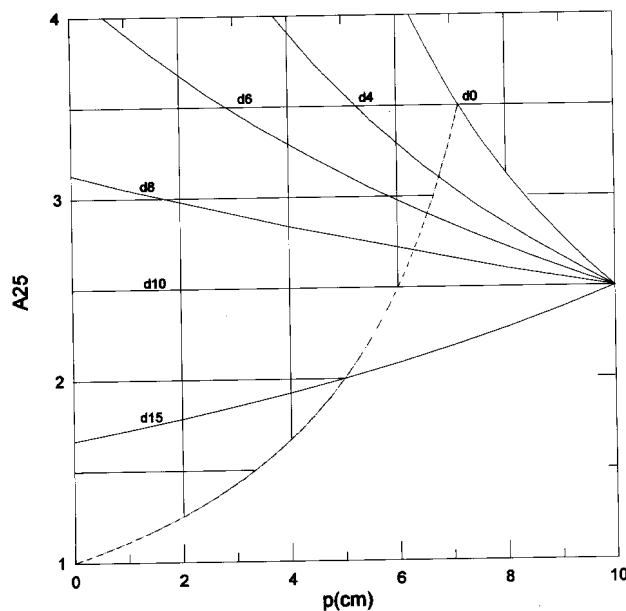


Figura 4. Variação da ampliação angular A_{25} de uma lupa, com $f=10\text{cm}$ e $L=5\text{cm}$, em função da distância objeto-lupa. A curva em linha pontilhada delimita a região em que $(-p'+d) < 25\text{cm}$. Para $(-p'+d) < 25\text{cm}$, região hachurada, a imagem é difusa; na curva pontilhada $(p'+d)=25\text{cm}$ a imagem forma-se sobre o ponto próximo, situação de maior acuidade. As curvas em linhas cheias, são as representações geométricas da equação (13). Os números colocados ao lado das letras d representam os valores, em centímetros, das distâncias olho lupa. A região delimitada pela curva d_0 , é proibida.

A figura 4 mostra a dependência entre a ampliação angular e a distância objeto-lupa, para alguns valores

de d . Com as equações (6) e (13) podemos chegar a relação entre o campo de observação e ampliação

$$A_{25} = \frac{25L}{yd} \quad (14)$$

Veja figura 5. A ampliação angular e, como consequência, a acuidade visual, são inversamente proporcionais ao campo de observação.

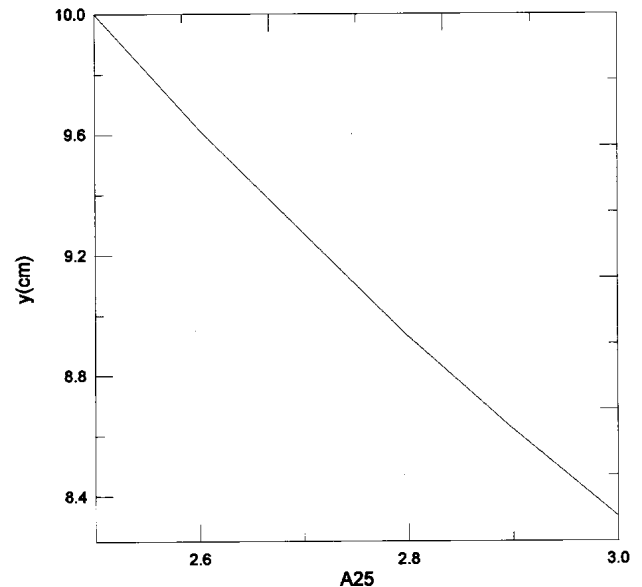


Figura 5. Variação do diâmetro y do campo de observação de uma lupa, com $f=10\text{cm}$, e $L=5\text{cm}$, em função da ampliação angular A_{25} na região de visão nítida, para $d=5\text{cm}$.

Conclusões

Ao utilizarmos uma lupa, nossa intenção é obter, dentro do possível, o maior campo de observação e a maior ampliação, isto é, a maior acuidade visual. Com as equações (6) e (13), e as figuras 2 e 4, vê-se que d , distância olho-lupa, deve ser a menor possível. Em outras palavras, a eficiência na utilização de uma lupa é tanto maior quanto mais próxima do olho for colocada. No entanto, a equação (14) nos mostra que a ampliação e o campo de observação são inversamente proporcionais. Assim sendo, ao utilizarmos uma lupa devemos ter clareza quanto ao nosso maior interesse: campo de observação ou ampliação angular (acuidade).

Referências

- [1.] Eugene Hecht, *Optics*, Addison-Wwsley Publishing, 1990, pág. 138.
- [2.] Frans J. J. Blommaert e Johan J. Neve, *J. Opt. Soc. Am. A*, **4**, 1820 (1987).