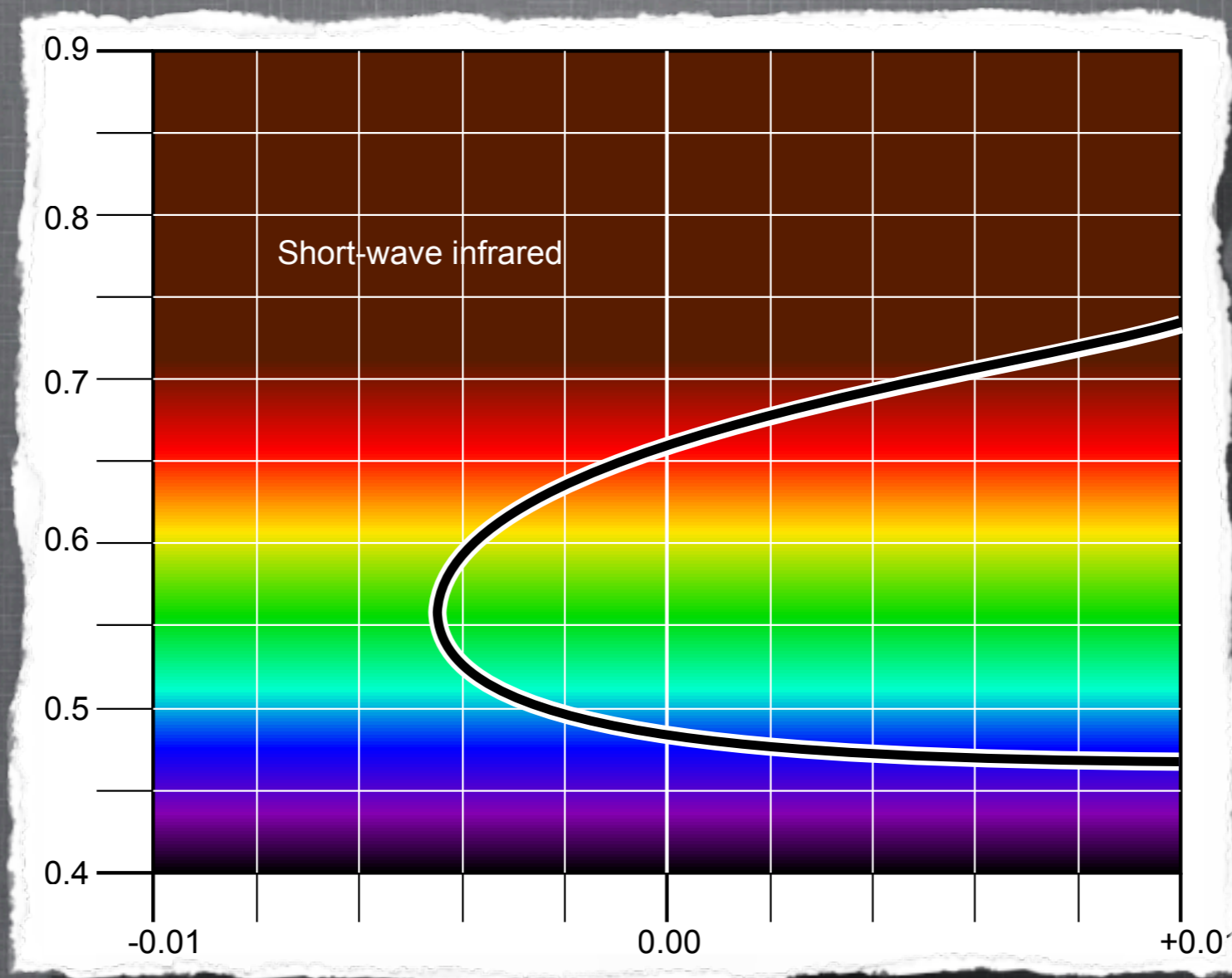


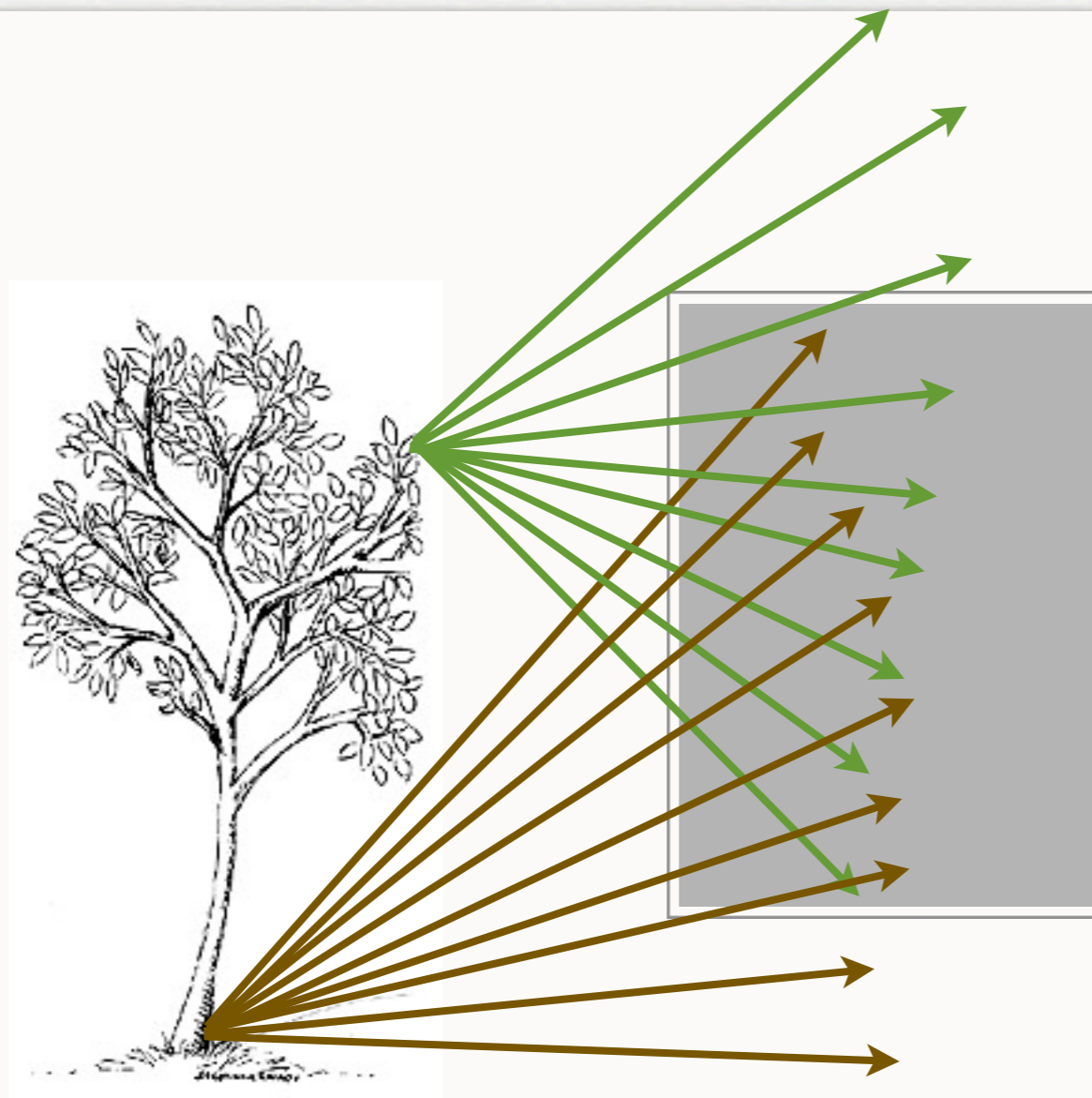
WORKSHOP LUZ E IMAGEM

Aula 8 — Óptica Geométrica



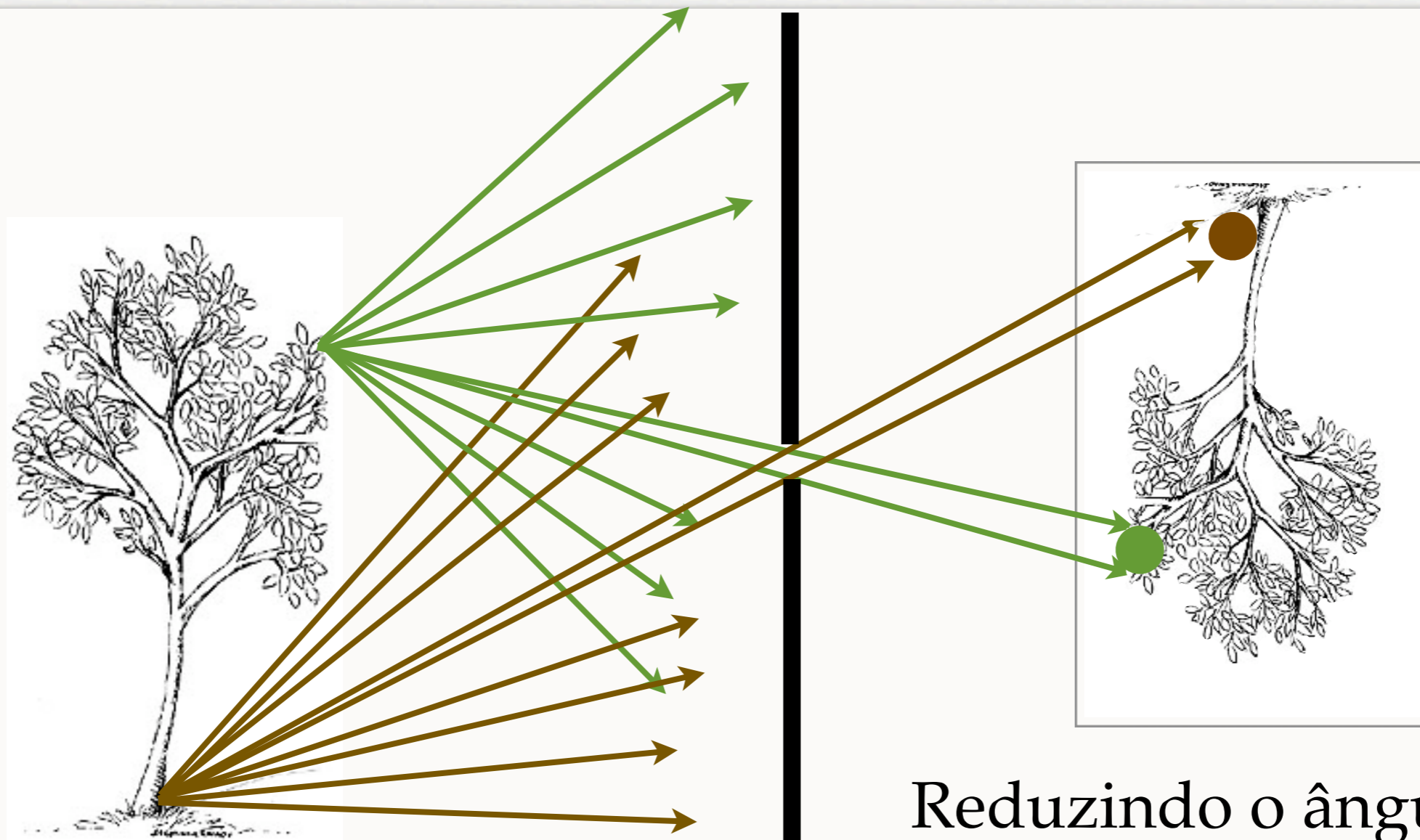
Paulo Tribolet Abreu e Manuel Silveira Ramos
Ar.Co, 2011

COMO FORMAR UMA IMAGEM?



Cada ponto do objecto
atinge todo o papel.
Não se forma imagem.

CAMERA OBSCURA



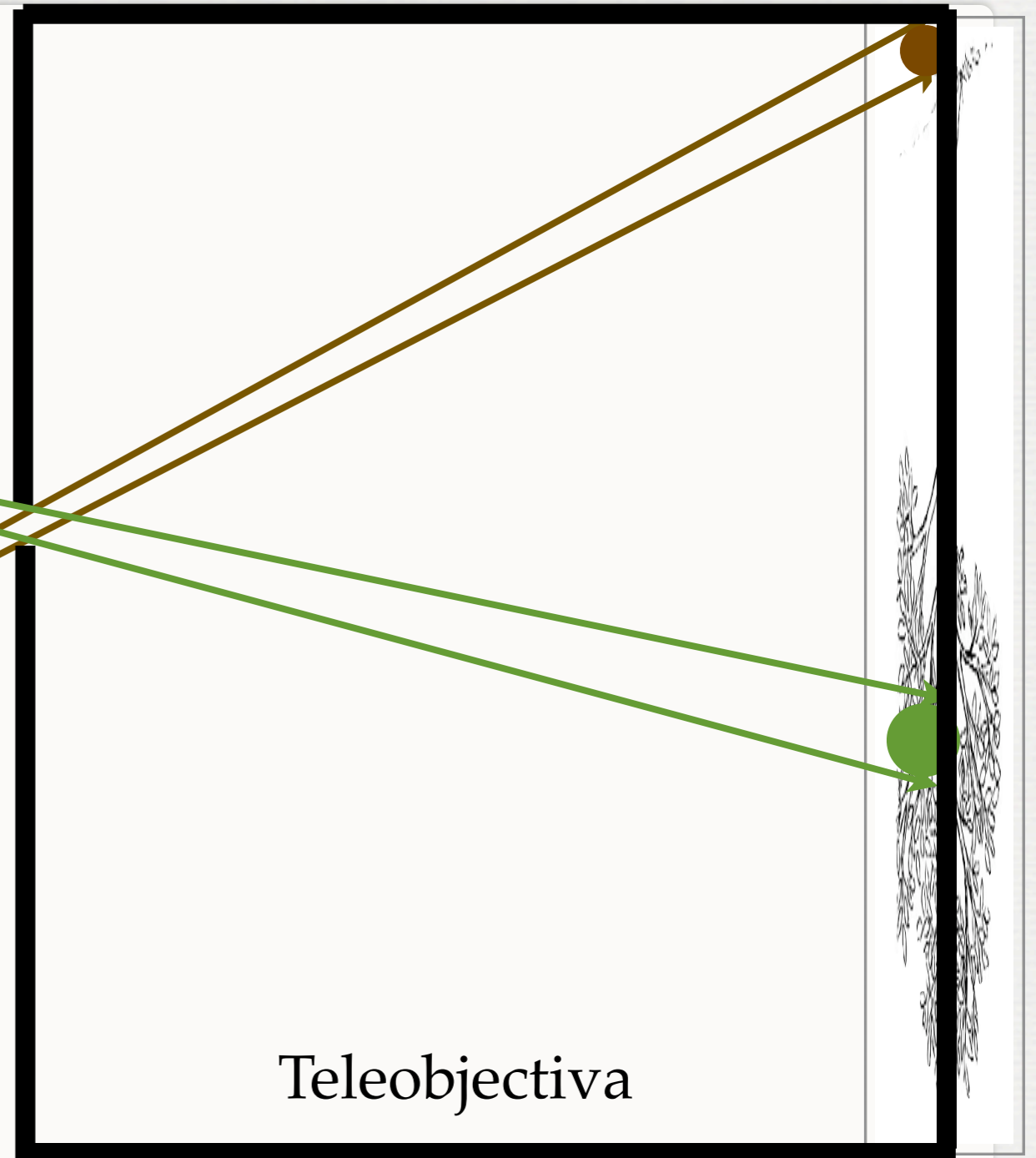
Reduzindo o ângulo de
passagem, passamos
para círculos.

PINHOLE — CÂMARA ESTENOPEICA



Grande angular

PINHOLE — CÂMARA ESTENOPEICA

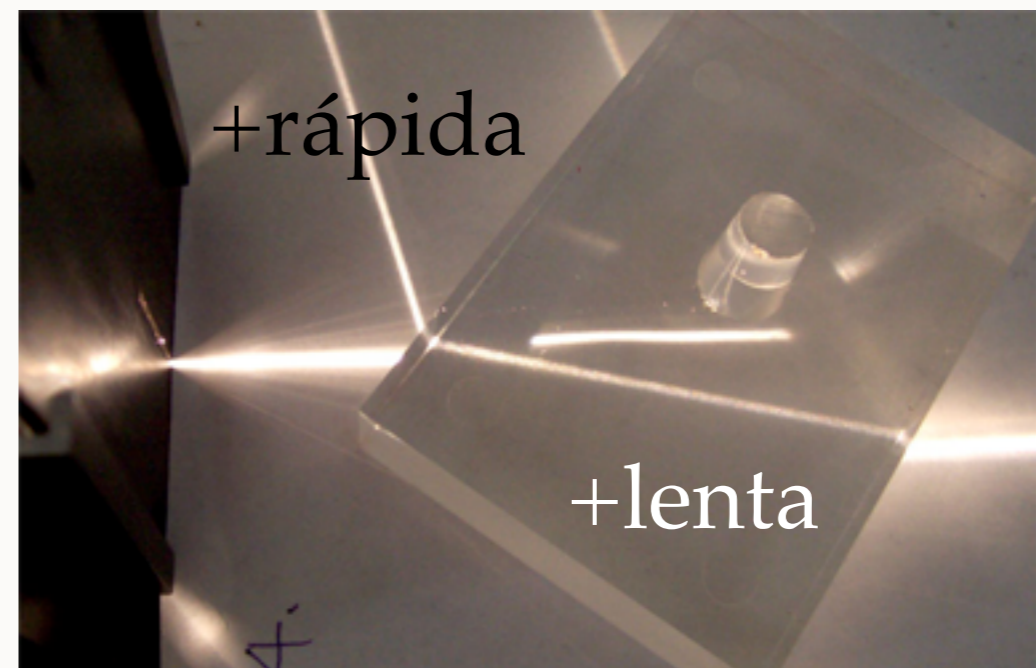
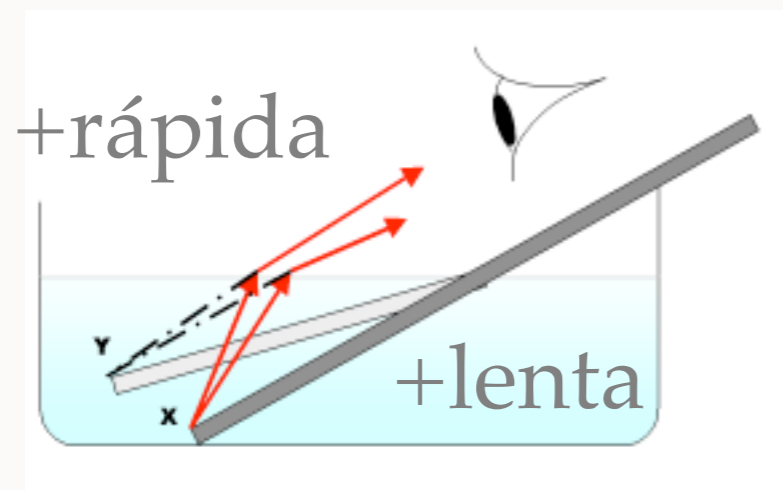


CARACTERÍSTICAS DA PINHOLE

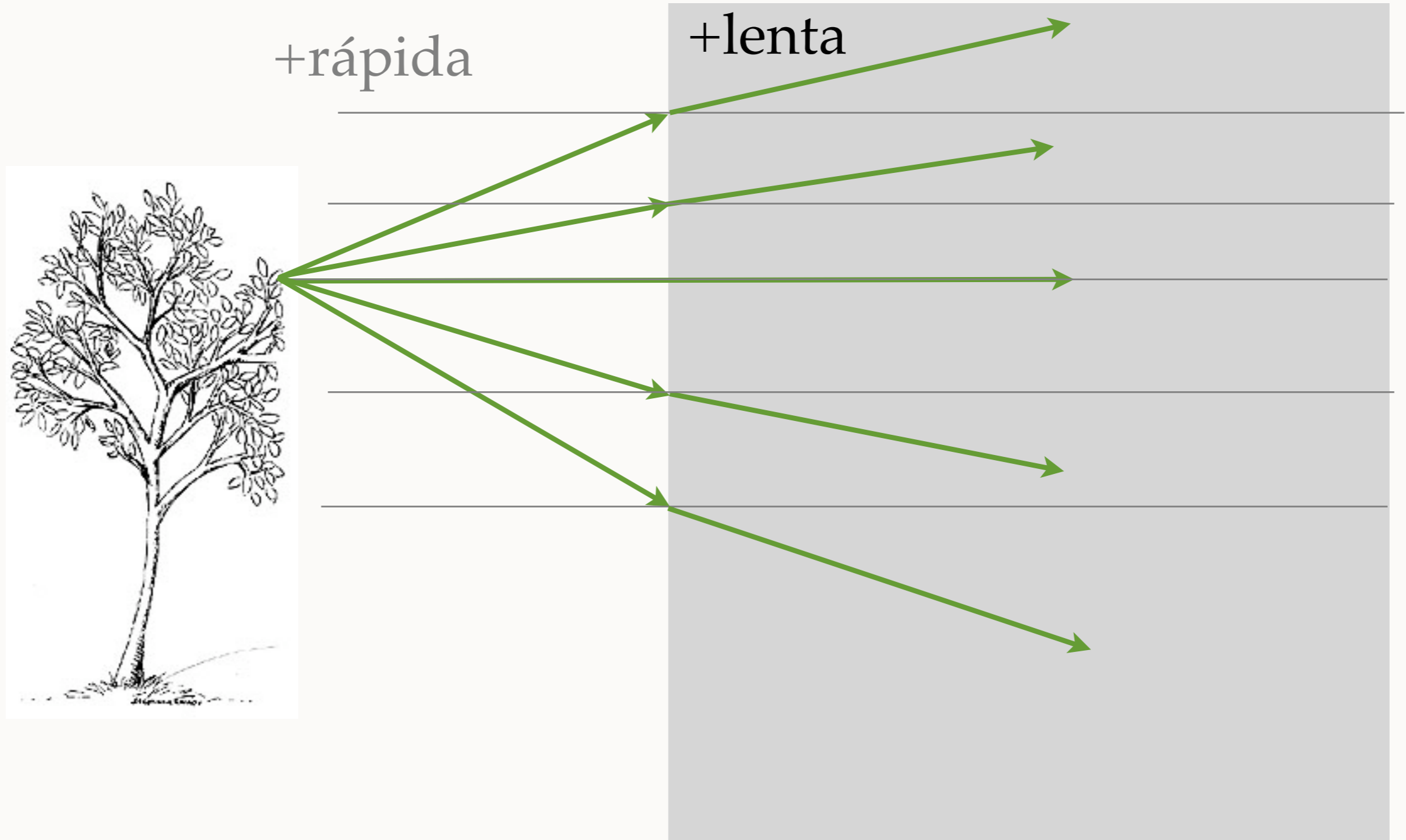
- Tudo “focado” ou “desfocado”.
- Objectos próximos desfocam mais que objectos distantes.
- Relação inversa entre nitidez e exposição:
pequeno orifício => mais nitidez => mais tempo de exposição.
- Espessura das paredes do orifício também influencia.

REFRAÇÃO

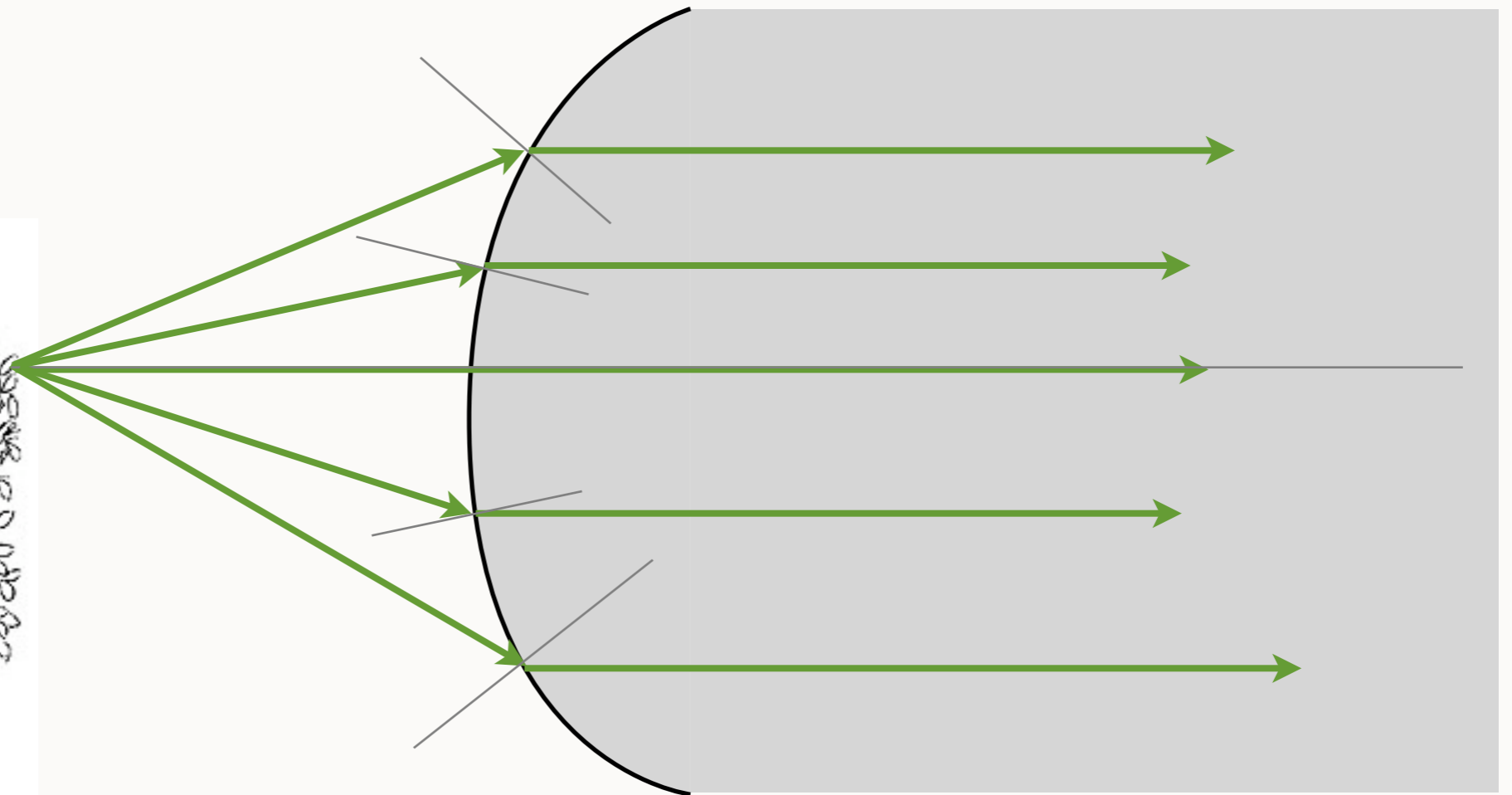
- A luz muda de direcção quando muda de velocidade.
- Aproxima-se da perpendicular quando abranda; afasta-se da perpendicular quando acelera.



REFRAÇÃO

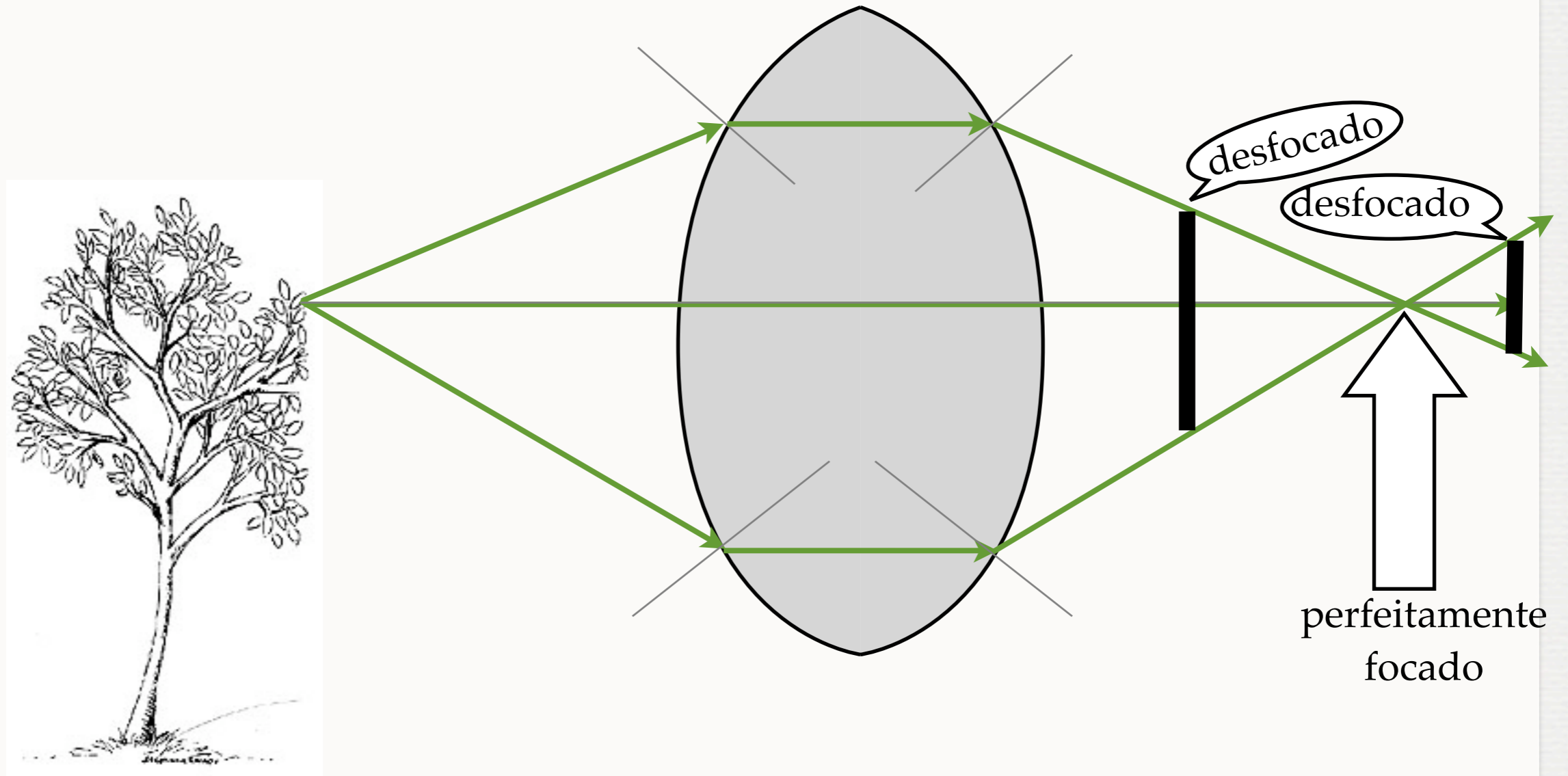


REFRAÇÃO



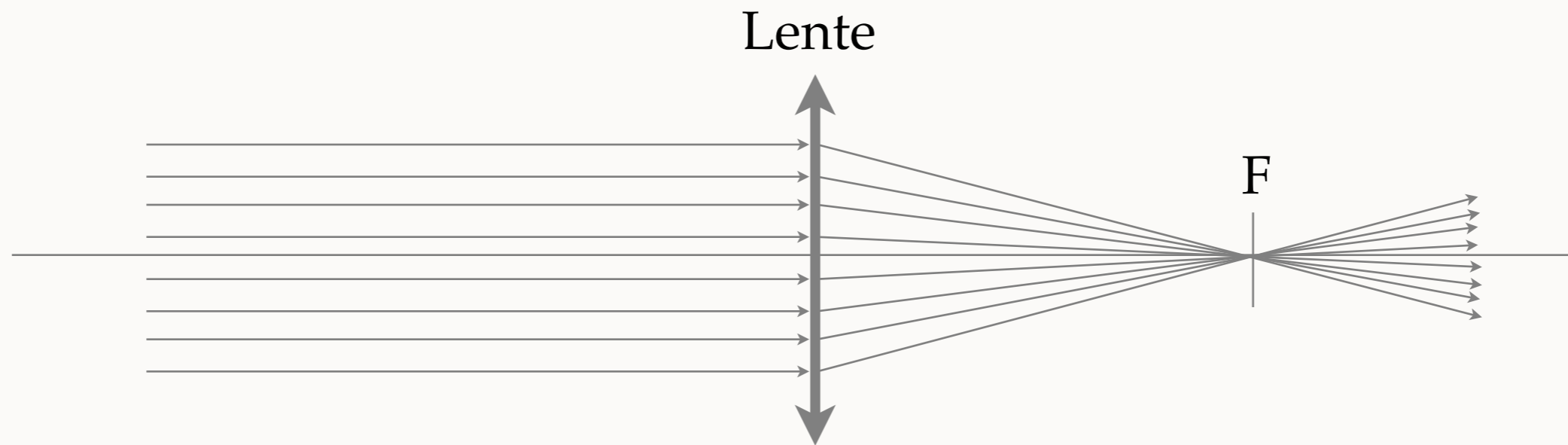
Uma superfície curva compensa o ângulo.

LENTE

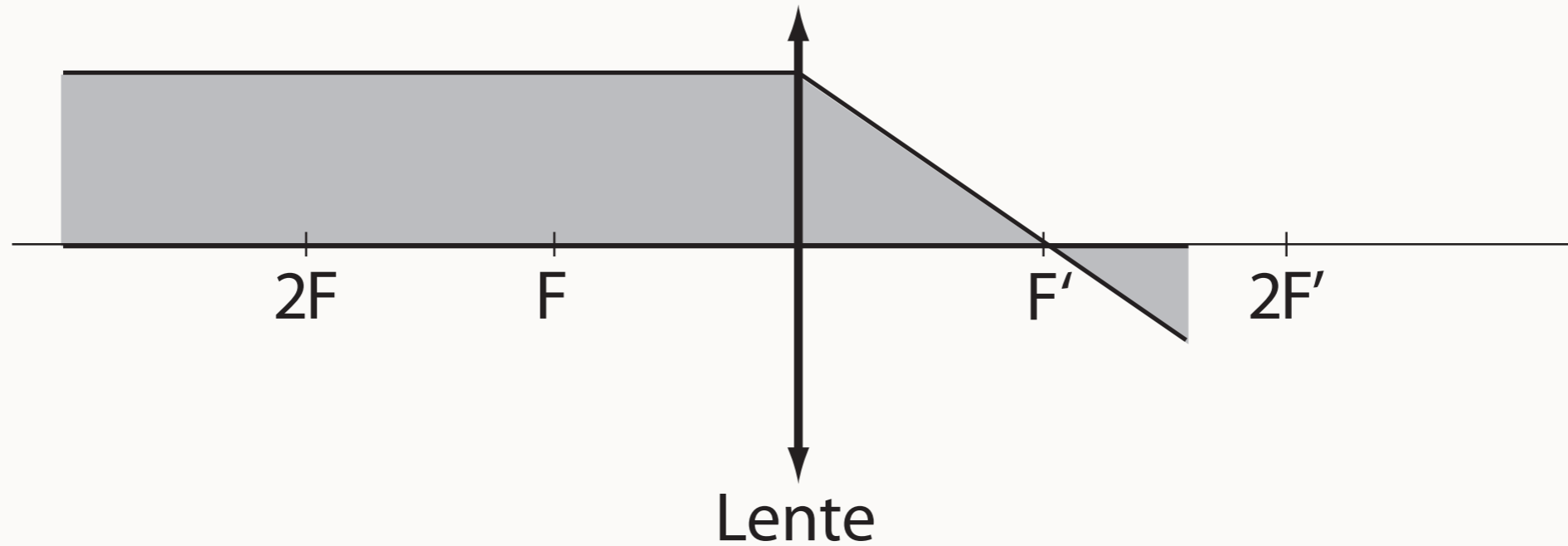


DISTÂNCIA FOCAL E DIOPTERIA

- *Distância focal* é a distância a que se focam raios paralelos que incidem na lente.
- *Diopteria*: $D = 1 / F$. Mede a “capacidade de curvar a luz” da lente.

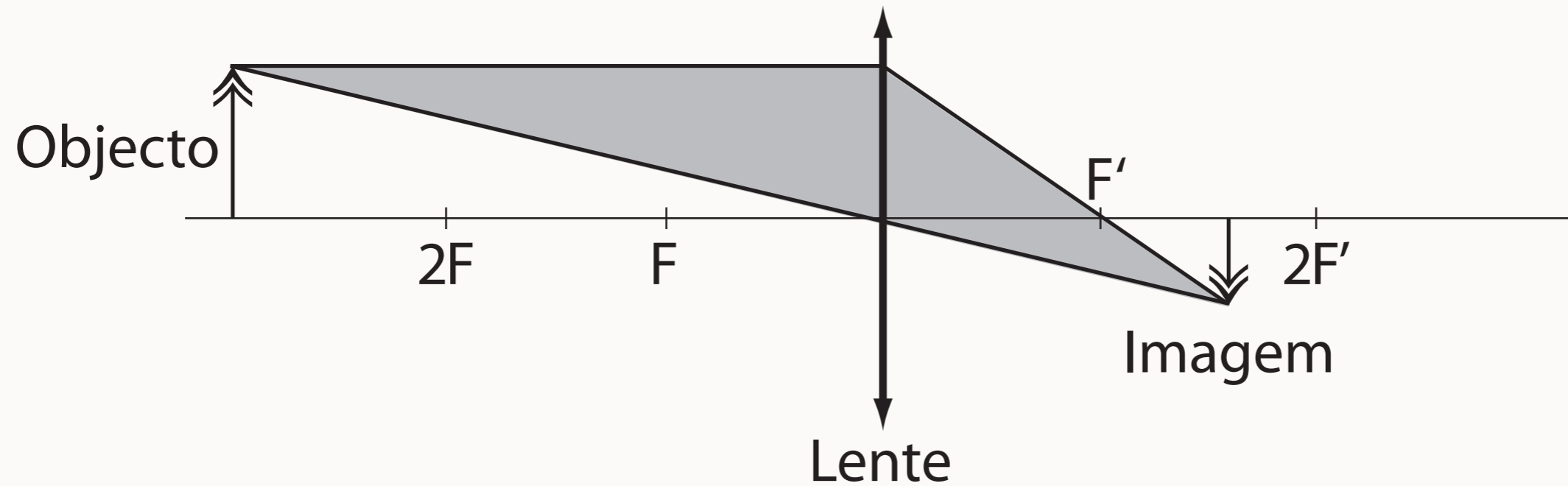


OBJECTO EM INFINITO



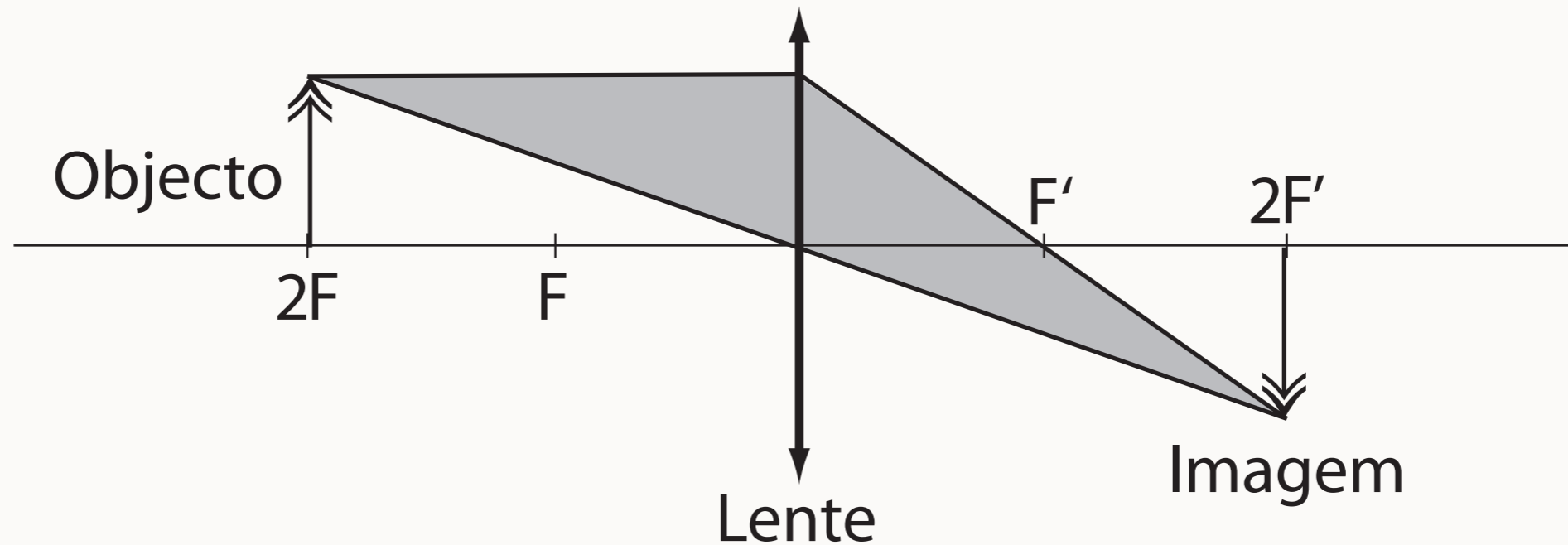
- Imagem real.
- Tamanho: um ponto no foco.

OBJECTO ENTRE INFINITO E $2F$



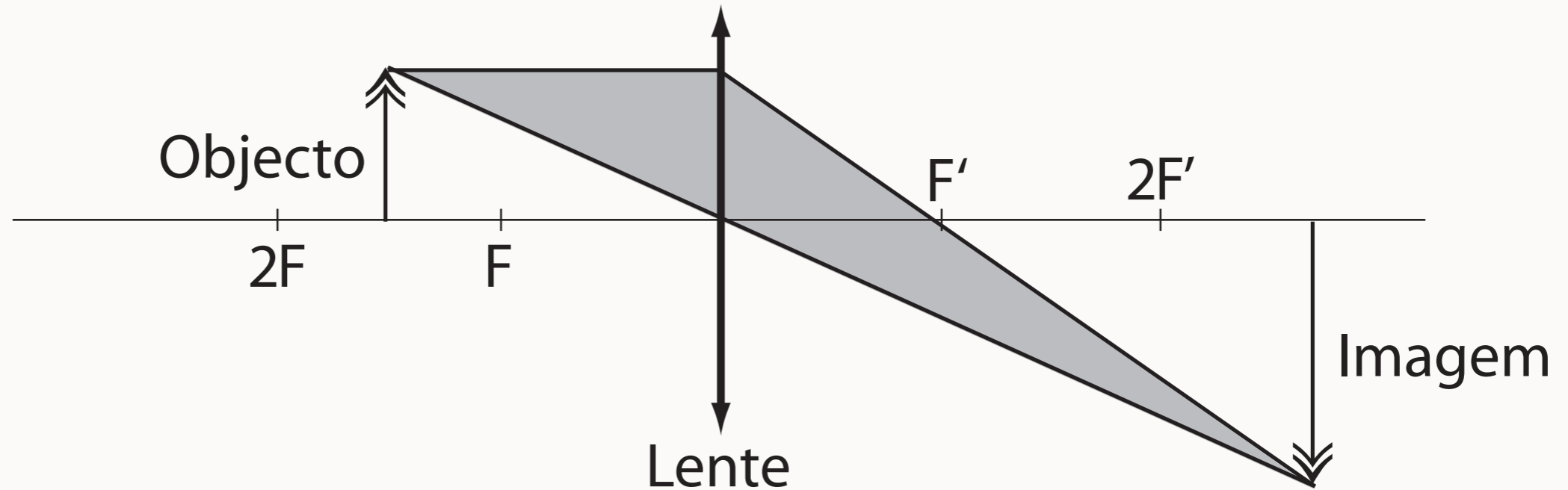
- Imagem real.
- Tamanho: menor que objecto.
- Invertida.

OBJECTO EM 2F



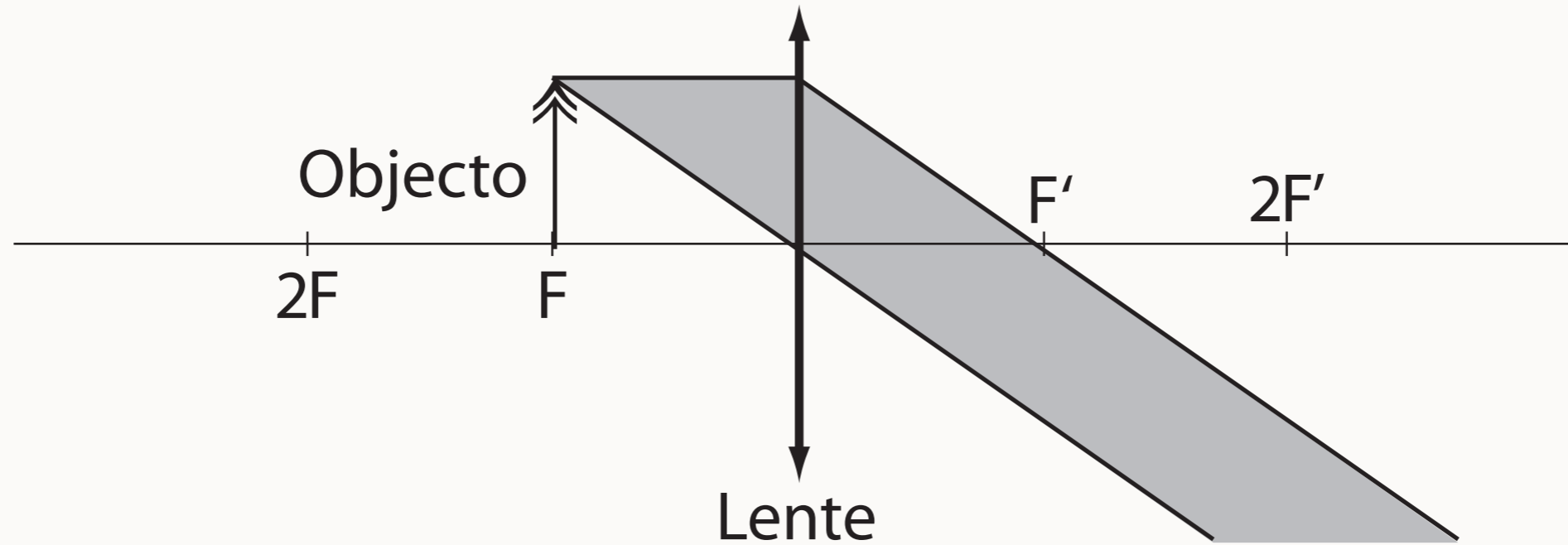
- Imagem real.
- Tamanho: igual ao objecto.
- Invertida.

OBJECTO ENTRE $2F$ E F



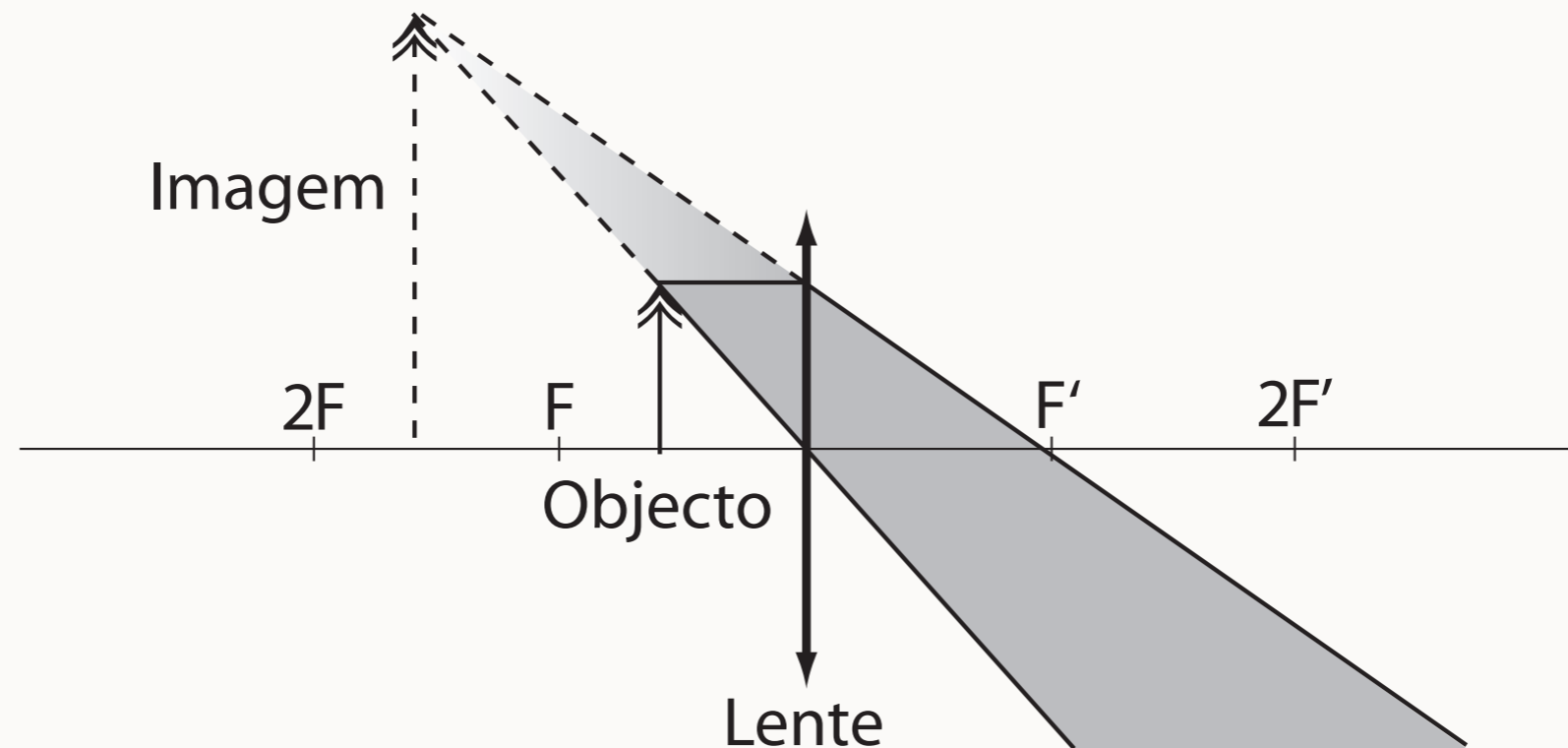
- Imagem real.
- Tamanho: maior que objecto.
- Invertida.

OBJECTO EM F



- Não há imagem.

OBJECTO ENTRE F E O



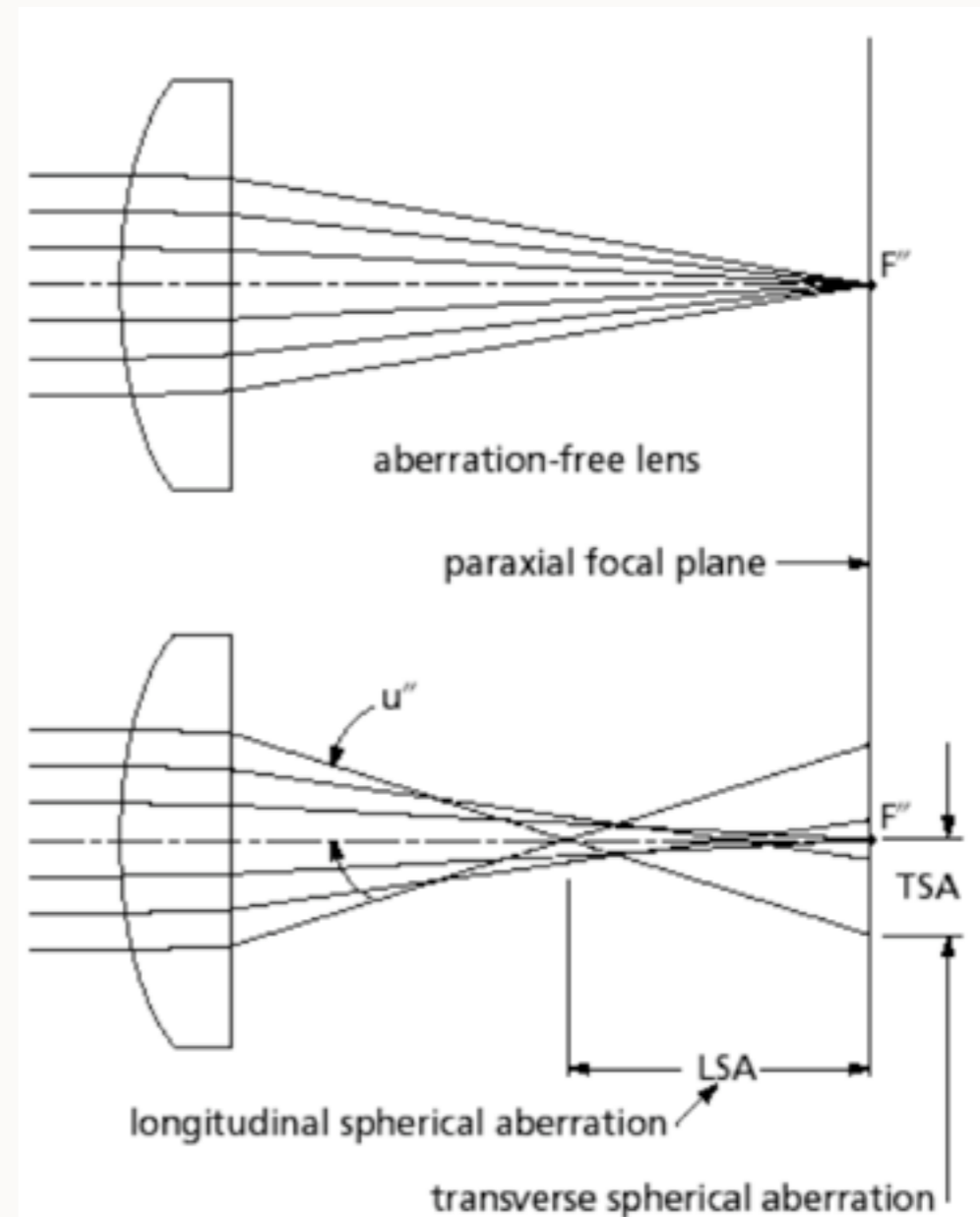
- Imagem virtual do lado do objecto.
- Tamanho: maior que objecto.
- Direita.

ABERRAÇÕES

- Só uma lente não consegue formar uma imagem perfeita.
- Um ponto do objecto não é transformado num ponto da imagem.
- O plano focal é curvo.
- As proporções entre distâncias no objecto não se mantêm na imagem.
- ...
- Estas deficiências chamam-se *aberrações*.
- Existem 6 tipos de aberrações de primeira ordem.

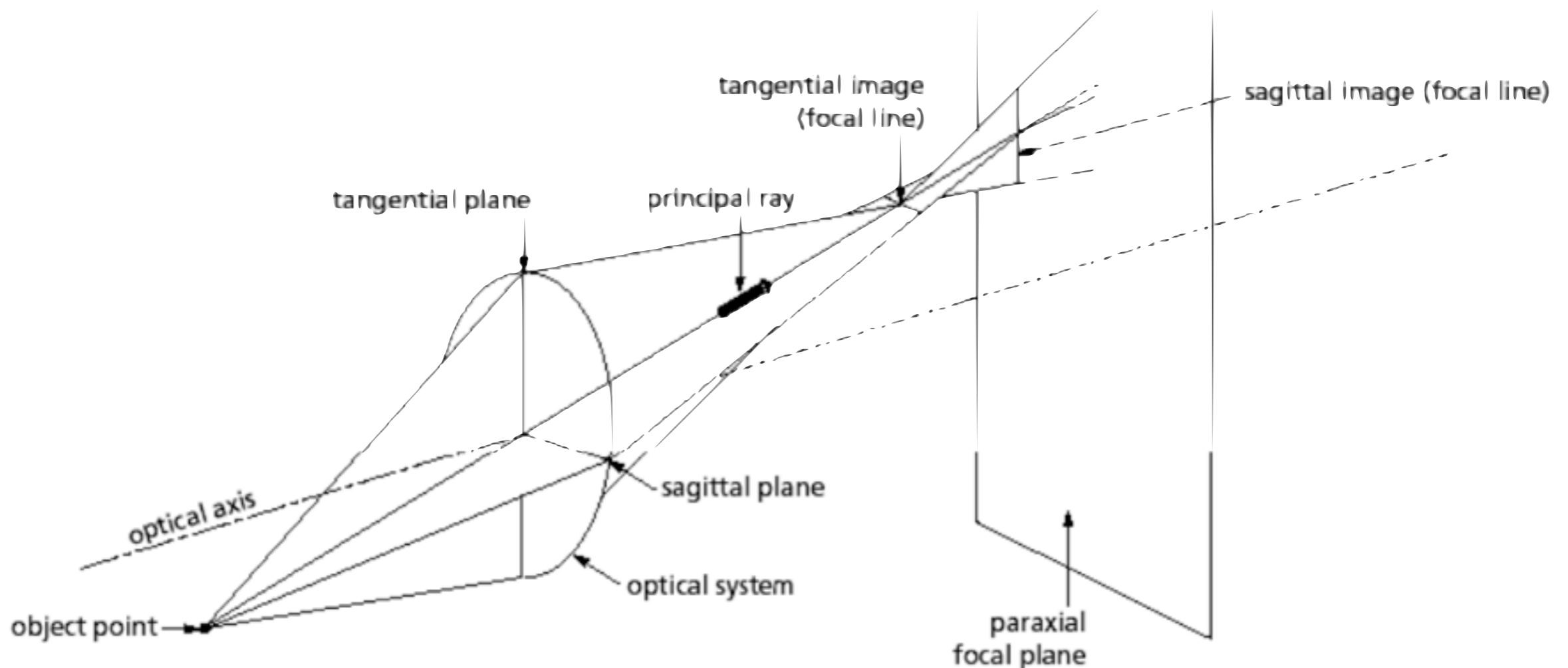
ABERRAÇÃO ESFÉRICA

- Aberração do foco.
- Raios longe do eixo não focam no mesmo ponto que raios próximos do eixo.
- Depende da abertura da lente e da distância do objecto.
- Objecto no infinito => menor efeito de distorção => maior abertura.



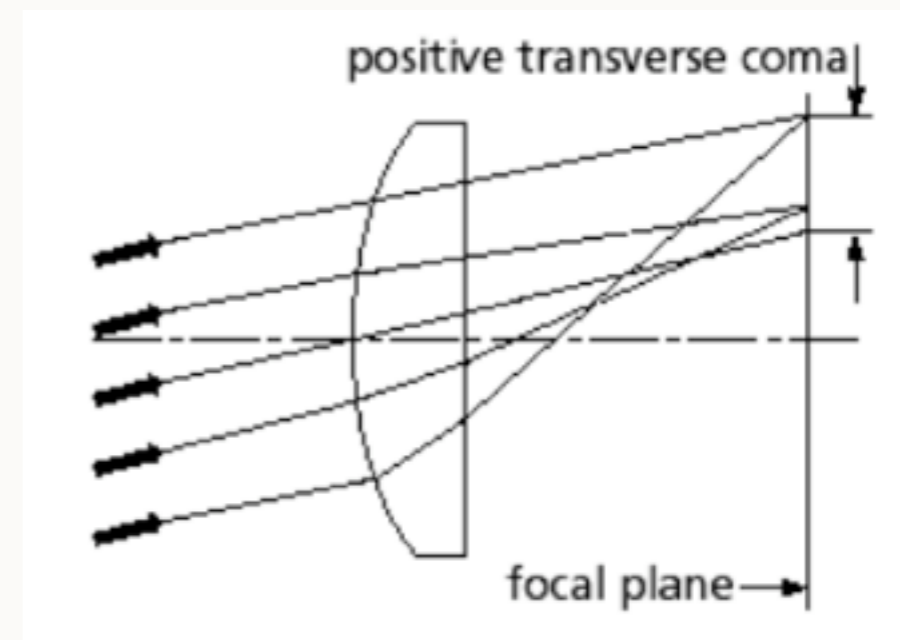
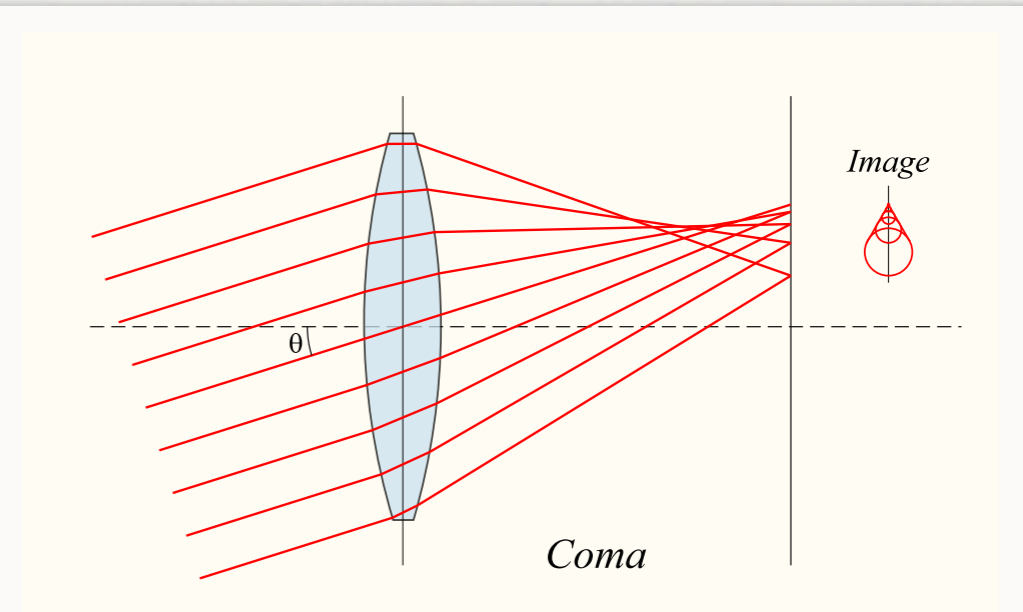
ASTIGMATISMO

- Aberração do foco.
- Desvio na focagem de objectos oblíquos ao eixo.



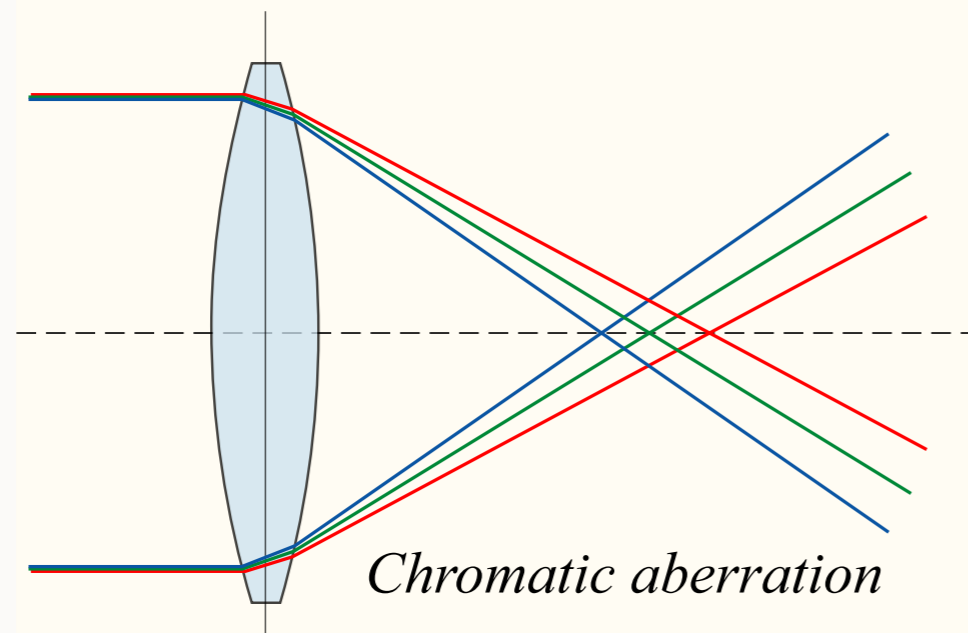
COMA

- Aberração do foco.
- Raios oblíquos ao eixo não focam exactamente no plano focal.
- Coma positiva: foco depois do plano focal.
- Coma negativa: foco antes do plano focal.



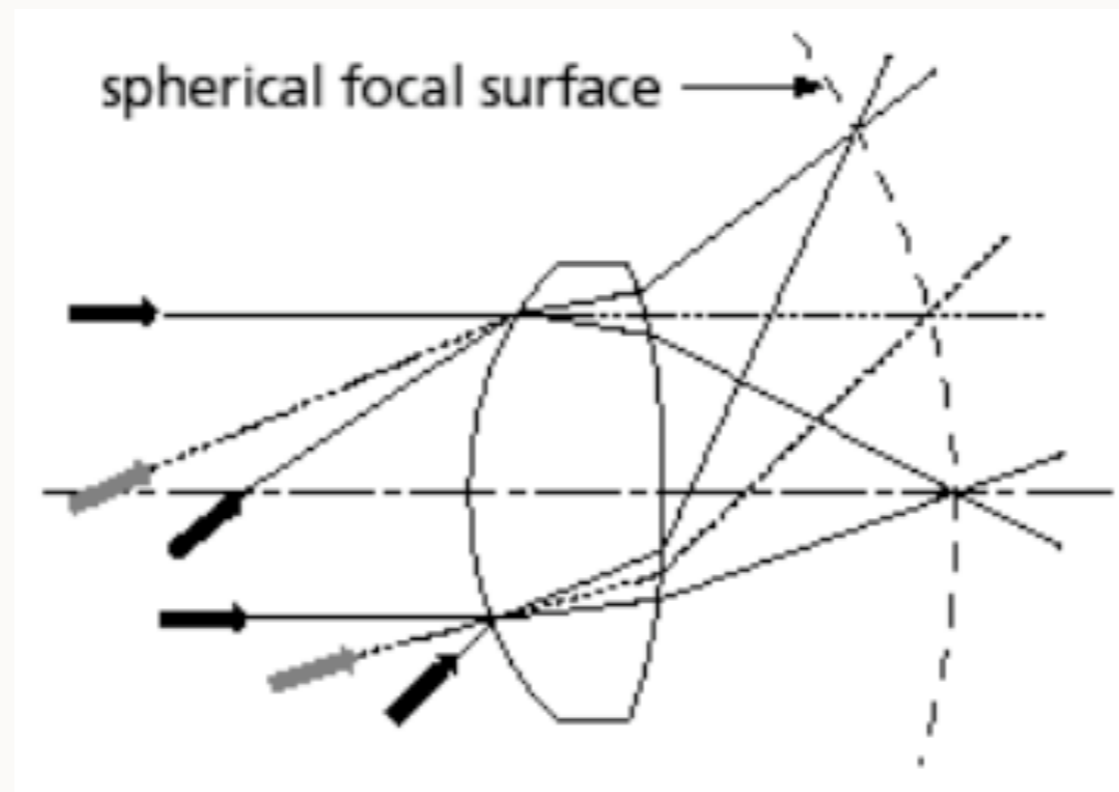
ABERRAÇÃO CROMÁTICA

- Aberração do foco.
- Diferentes comprimentos de onda (cores) focam a diferentes distâncias.
- Comp. de onda curtos (azul) focam mais próx. que comp. de onda longos (vermelho).



CURVATURA DE CAMPO (DE PETZVAL)

- Movimento do ponto de focagem.
- O plano focal não é plano mas curvo (normalmente esférico).



DISTORÇÃO GEOMÉTRICA

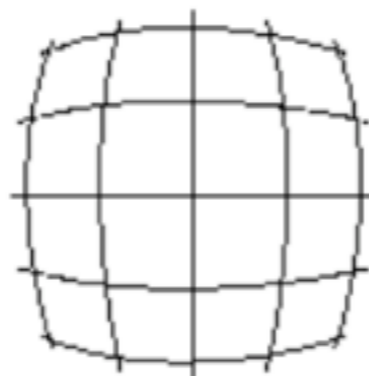
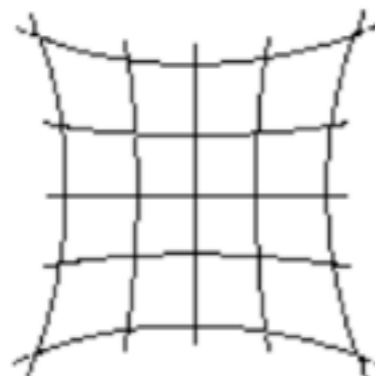
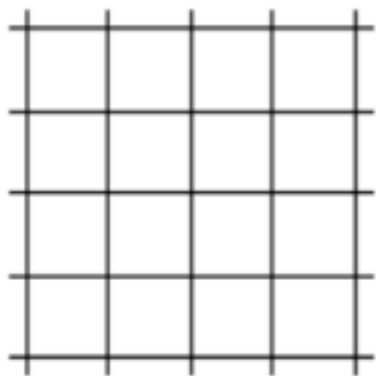
- Movimento do ponto de focagem.
- O ponto de focagem de pontos do objecto fora do eixo fica desviado / distorcido.
- Distorção em barril para grandes angulares.
- Distorção em almofada para teleobjectivas.



OBJECT

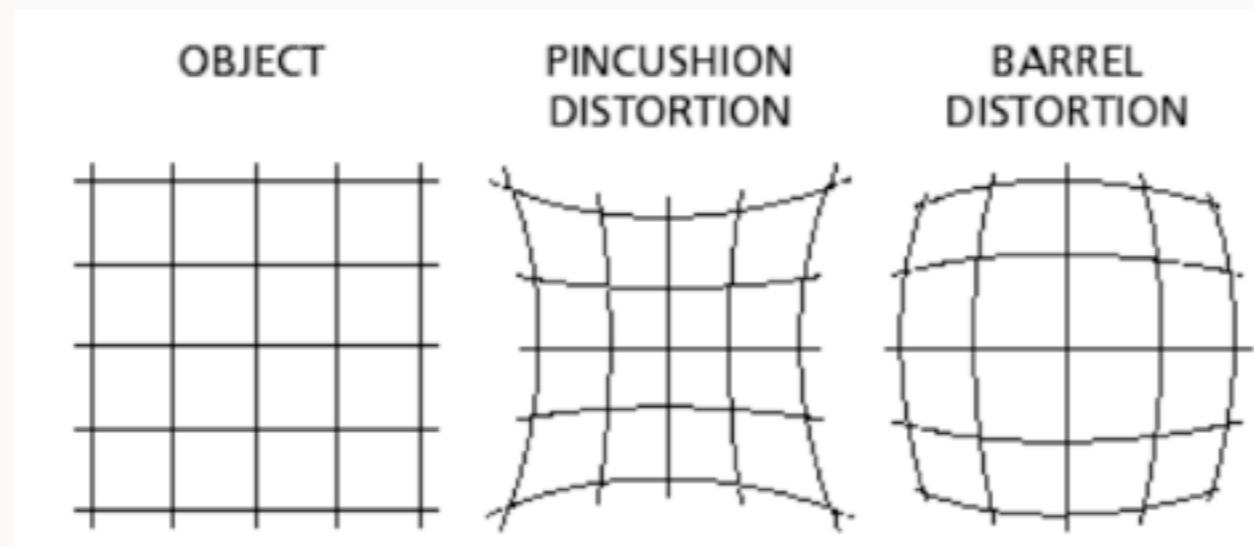
PINCUSHION
DISTORTION

BARREL
DISTORTION



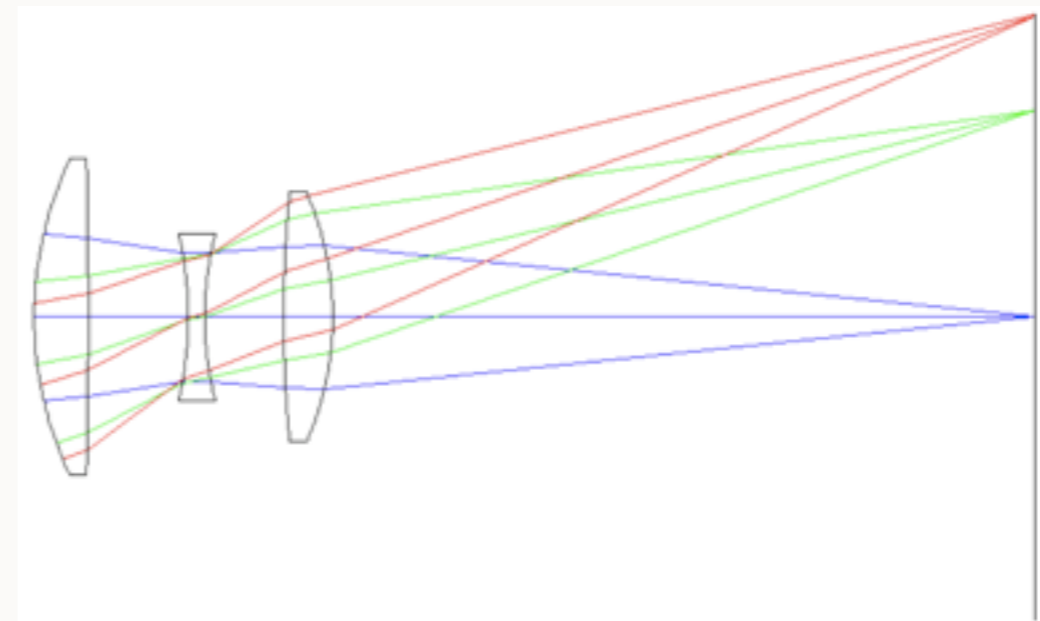
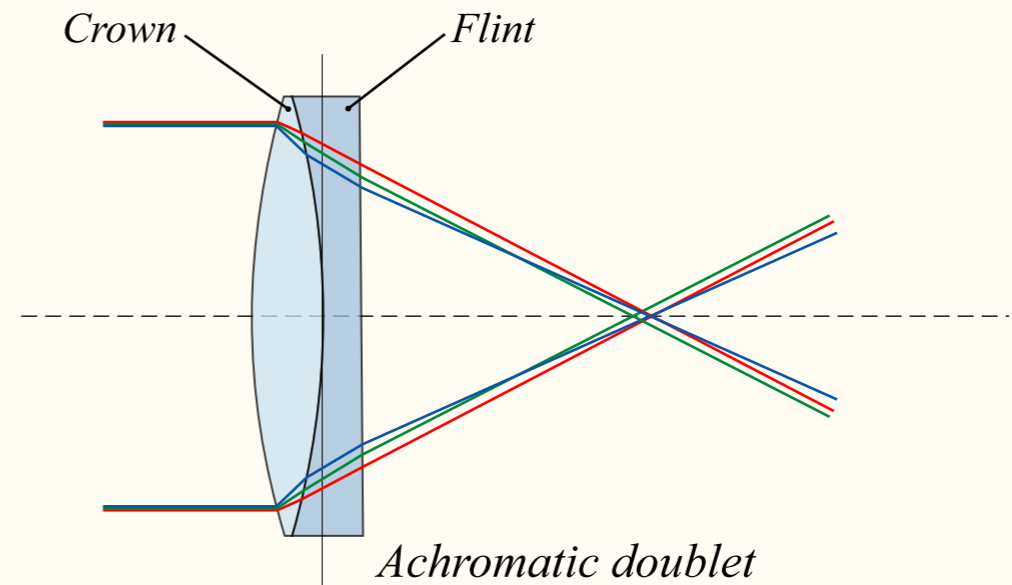
DISTORÇÃO GEOMÉTRICA

- Movimento do ponto de focagem.
- O ponto de focagem de pontos do objecto fora do eixo fica desviado / distorcido.
- Distorção em barril para grandes angulares.
- Distorção em almofada para teleobjectivas.



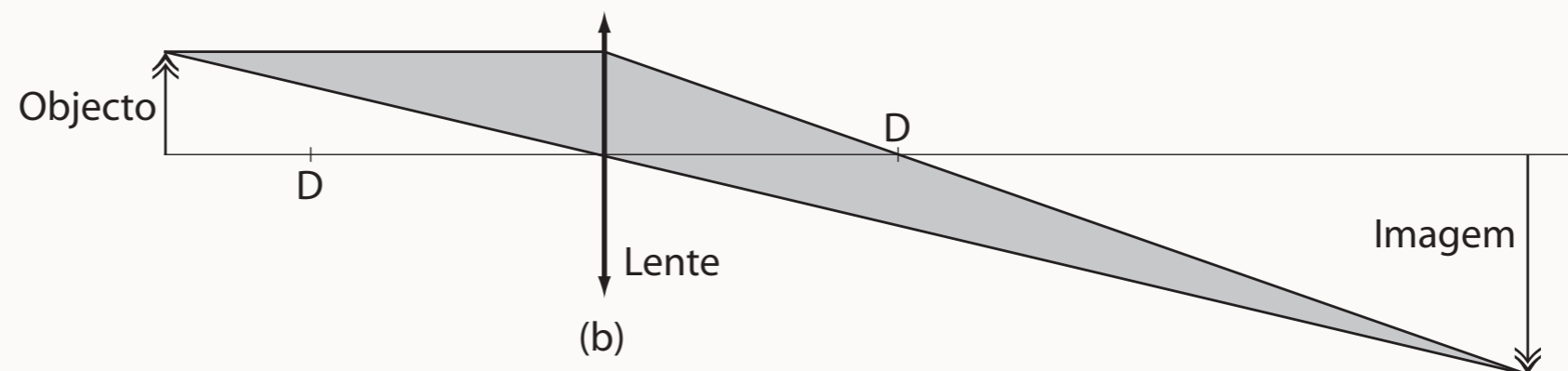
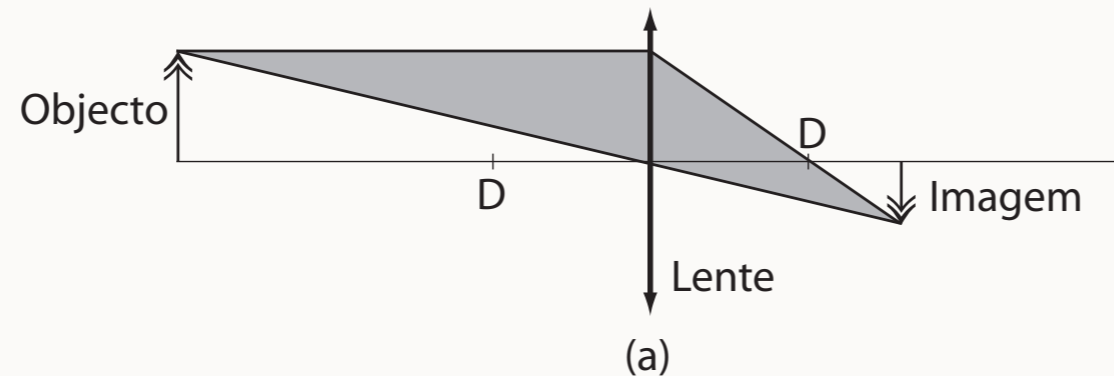
OBJECTIVA

- Uma *objectiva* é uma associação de lentes que tenta compensar diferentes aberrações.
- Uma objectiva com lentes móveis permite focar a diferentes distâncias: move-se o eixo da lente em vez de se mover a imagem.
- Permite também ter diferentes distâncias focais.
- A distância focal não precisa de corresponder ao comprimento da objectiva (útil para objectivas muito longas).



NÚMERO F

- Número f mede a luminosidade de uma objectiva/lente.
- A luminosidade depende do diâmetro e da distância focal.



- $f = \text{distância focal} / \text{diâmetro} = \text{é independente dos dois.}$

O FACTOR 1.4

- Metade da luz => multiplicar f por 1.4: 2 - 2.8 - 4 - 5.6 - 8 - 11 - 16 - ... Porquê?
- Para a mesma distância focal D , metade da *área* da lente significa metade da luz.
- Seja A' metade da área de A , isto é, $A' = A/2$. Qual a relação entre os raios r e r' , e os diâmetros?

$$\pi r'^2 = \frac{\pi r^2}{2} \Leftrightarrow r'^2 = \frac{r^2}{2} = \frac{r^2}{1.4^2}$$

- Portanto para passar metade da luz é necessário reduzir o raio (ou o diâmetro) em 1.4.

$$f' = \frac{\text{Dist.Focal}}{\text{Diâmetro}'} = \frac{\text{Dist.Focal}}{\frac{\text{Diâmetro}}{1.4}} = 1.4 \times \frac{\text{Dist.Focal}}{\text{Diâmetro}}$$