



Ejercicio⁽¹²⁾

- Una lente delgada biconvexa de $n = 1.45$ tiene radios de curvatura
 - $|R_1| = 6 \text{ cm}$
 - $|R_2| = 4 \text{ cm}$
- Una aguja de 2 cm de largo se ubica a 10 cm de la lente
- Hallar la distancia focal f de la lente
- Hallar la distancia y el tamaño de la imagen
- ¿Es real? ¿Está invertida?
- ¿Cual es el aumento de la lente?

Recordar ecuación lentes delgadas y distancia focal para lente en aire

$$\frac{1}{D'} - \frac{1}{D} = (n_l - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$
$$\frac{1}{D} - \frac{1}{D'} = \frac{1}{f} = - \frac{1}{f'}$$



Resolución

- $n = 1.45$
- $|R_1| = 6 \text{ cm}$
- $|R_2| = 4 \text{ cm}$
- $D = 10 \text{ cm}$
- $h = 2 \text{ cm}$

Recordar ecuación lentes delgadas y distancia focal para lente en aire

$$\frac{1}{D'} - \frac{1}{D} = (n_1 - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$
$$\frac{1}{D} - \frac{1}{D'} = \frac{1}{f} = -\frac{1}{f'}$$

Manipulación de la Luz

- Potencia de una lente
- Se define como

$$P = 1 / f'$$

siendo f' la distancia focal de la imagen, con su signo

- Recordando

$$P = \frac{1}{f'} = (n_1 - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

- $n_1 \uparrow \rightarrow P \uparrow$
- variando los radios de curvatura \rightarrow también cambia P

Manipulación de la Luz

- Potencia de una lente
- P se mide en dioptrías $[D] = 1 / [m]$
- Ejemplos
 - +2 D
 - corresponde a una distancia focal de 50 cm
 - lente convergente
 - -1 D
 - corresponde a una distancia focal de 1 m
 - lente divergente

Manipulación de la Luz

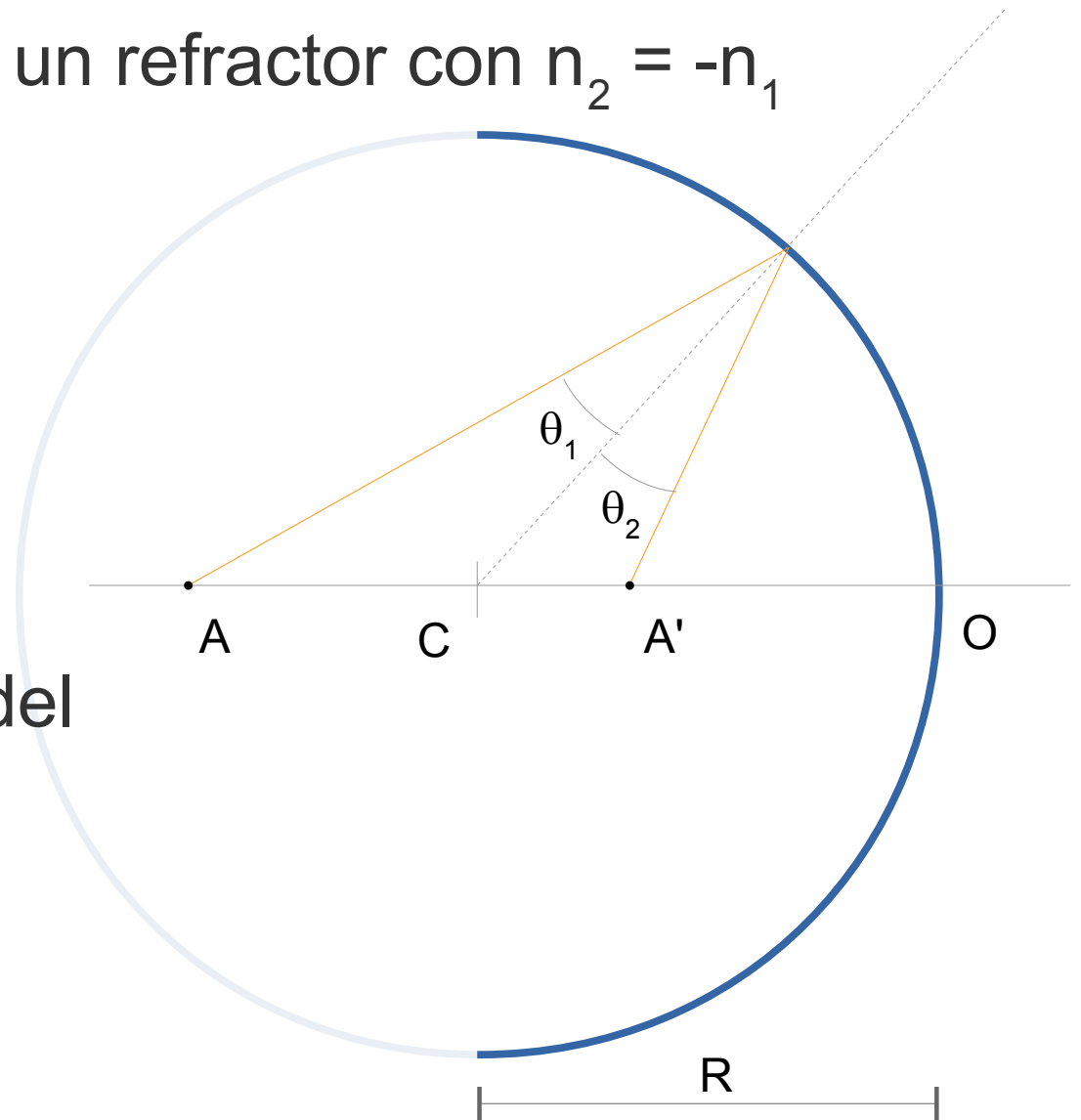
- Espejo esférico
- Se puede pensar como un refractor con $n_2 = -n_1$

(aplicando Snell y la aproximación paraxial se llega a $\theta_1 = -\theta_2$)

$$\frac{n_2}{D_2} - \frac{n_1}{D_1} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

- Sustituyendo en la ec. del refractor esférico

$$\frac{1}{D_2} + \frac{1}{D_1} = \frac{2}{R}$$

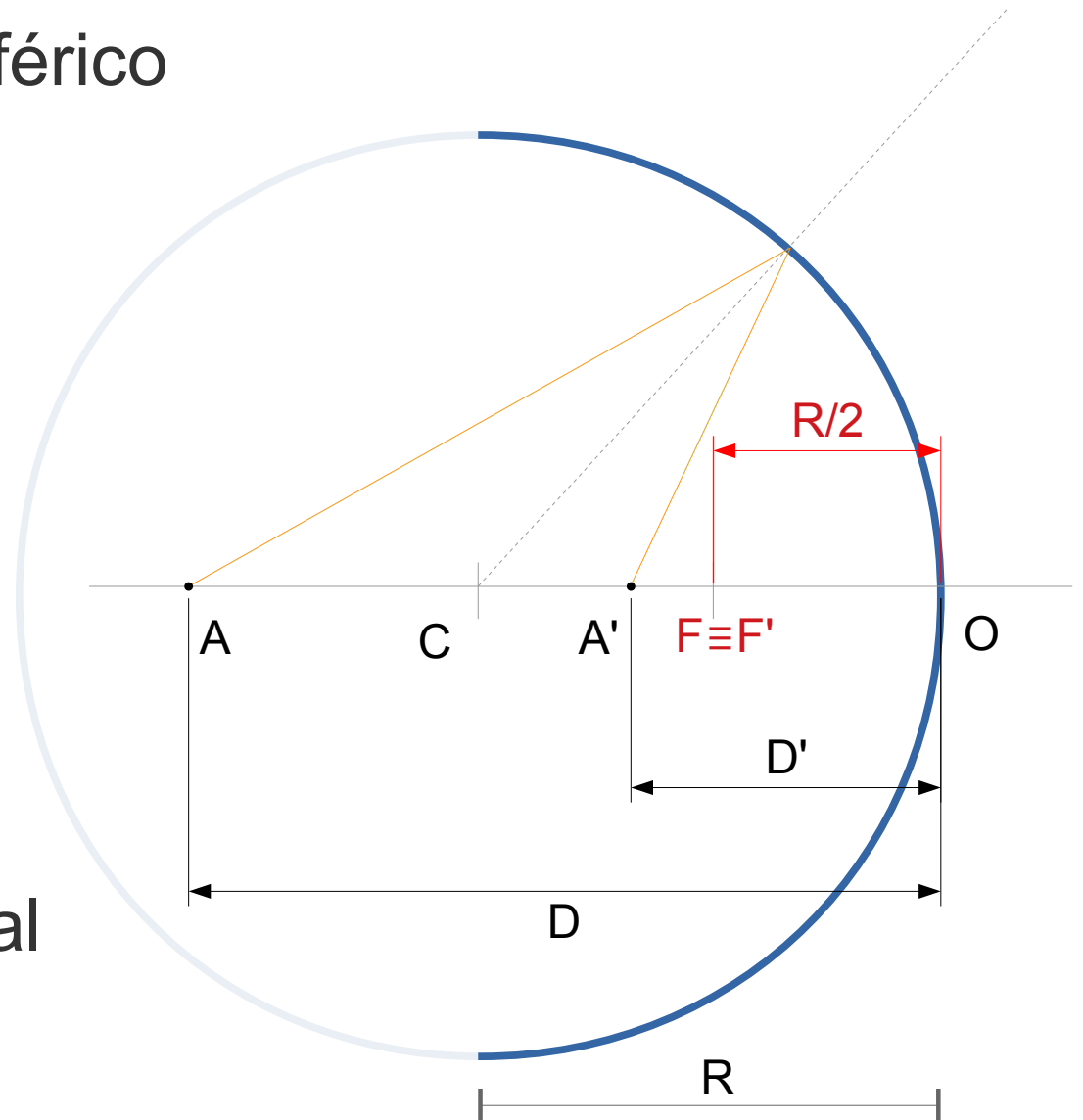


Manipulación de la Luz

- Espejo esférico
- Ecuación del espejo esférico

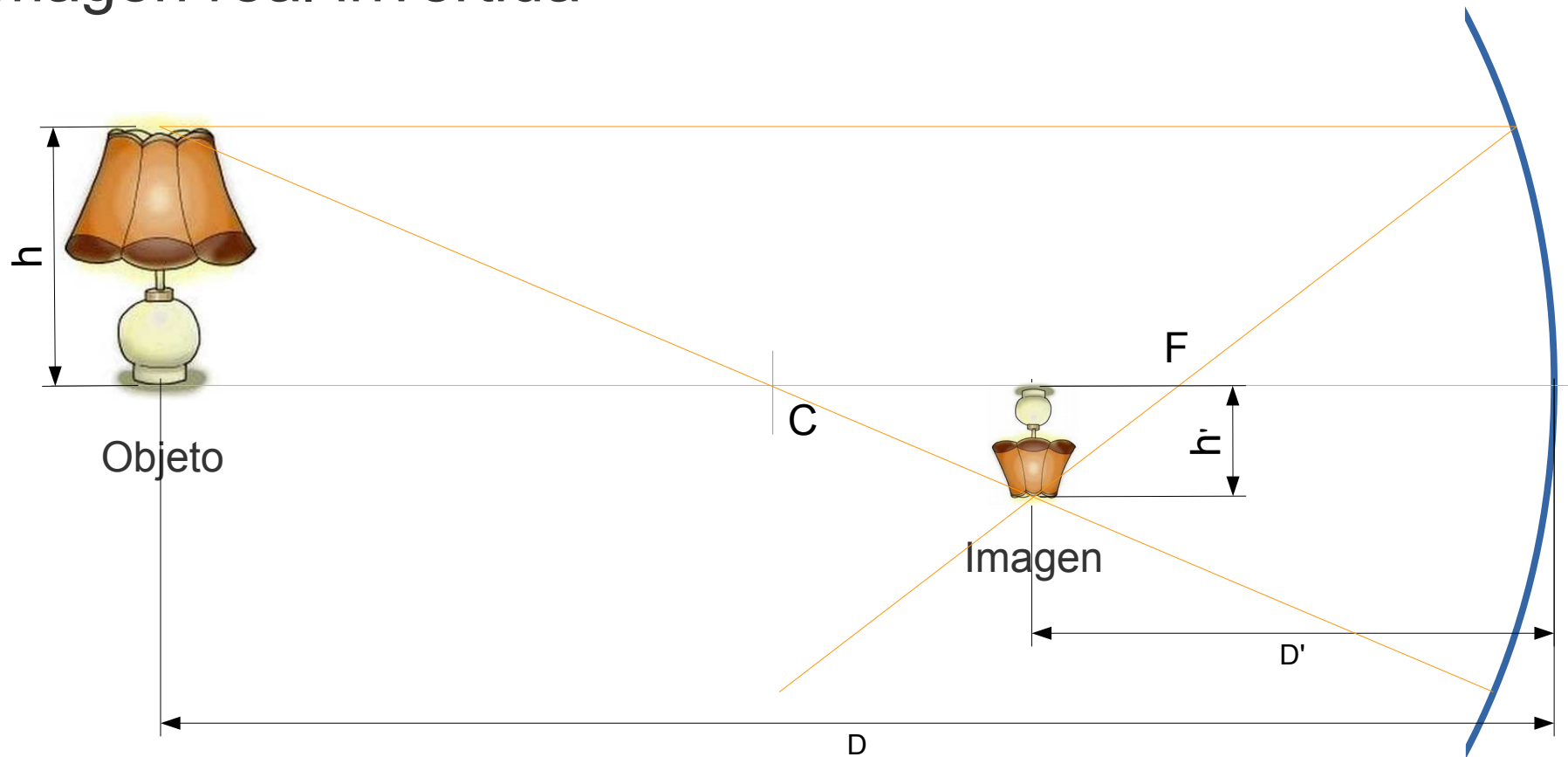
$$\frac{1}{D} + \frac{1}{D'} = \frac{2}{R}$$

- Foco: $f = f' = R / 2$
 - objeto: $D = \infty$
 - imagen: $D' = R / 2$
 - objeto: $D = R / 2$
 - imagen: $D' = \infty$
- Aumento: se define igual



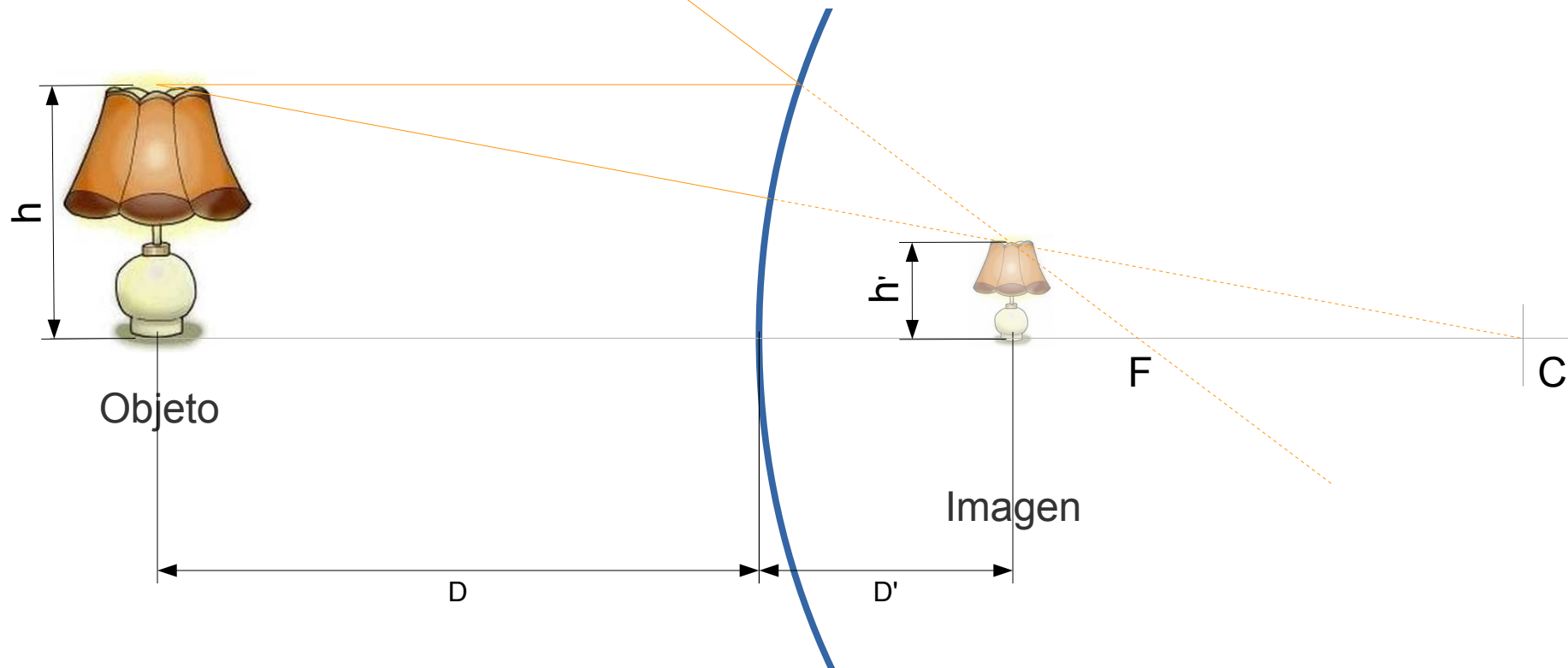
Manipulación de la Luz

- Espejo esférico cóncavo $R < 0$
- $A = h' / h = - D' / D < 0$
- Imagen real invertida



Manipulación de la Luz

- Espejo esférico convexo $R > 0$
- $A = h' / h = - D' / D > 0$
- Imagen virtual no invertida



Manipulación de la Luz

- Casos límite
- Espejo plano

$$f = \infty$$

$$A = 1$$

- Refractor plano

$$\frac{n_2}{D_2} - \frac{n_1}{D_1} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad R \rightarrow \infty \quad \frac{n_2}{D_2} = \frac{n_1}{D_1}$$

$$f = -\infty$$

$$f' = \infty$$

Manipulación de la Luz

- Sistemas de varias lentes delgadas
- Lentes separadas
 - imagen de uno actúa como objeto del siguiente
- Lentes juntas
 - se comportan como una única lente

$$\frac{1}{f_{\text{conjunto}}} = \frac{1}{f_1} + \dots + \frac{1}{f_n} \quad \rightarrow \quad P_{\text{conjunto}} = P_1 + \dots + P_n$$

– cuando usamos lentes $P_{\text{total}} = P_{\text{ojo}} + P_{\text{lentes}}$

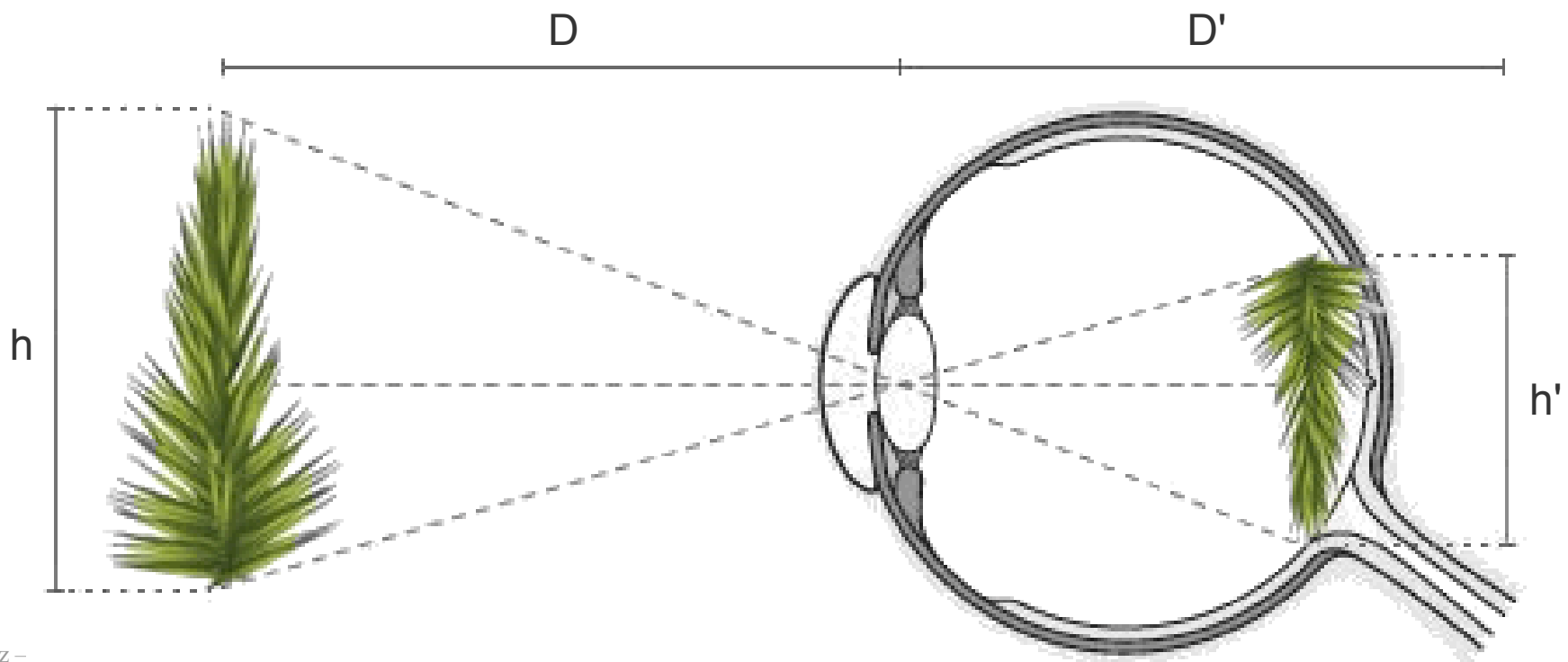
– aumento $A = A_1 * \dots * A_n$



Percepción

Percepción

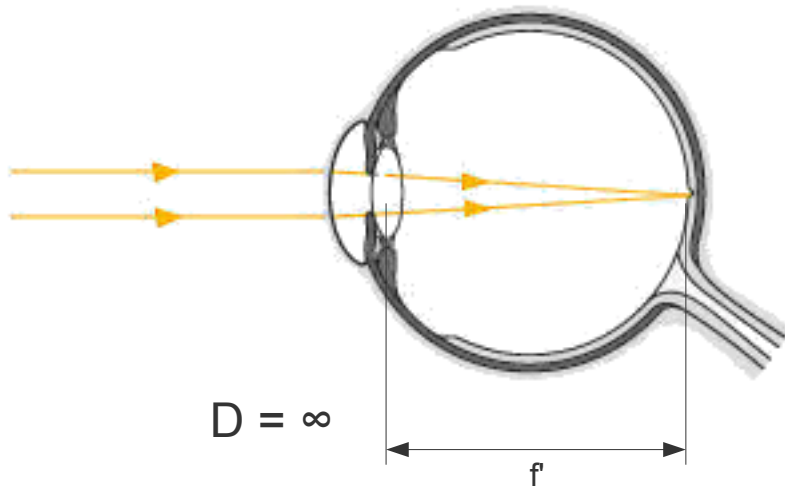
- Nuestros ojos son sistemas ópticos
 - varias lentes juntas
 - sus potencias se suman
 - imagen se forma en la retina



Percepción

- Distancia focal de imagen es fija pero, distancia del objeto varía
→ ajuste variando los radios de curvatura del cristalino *pueden enfocar en un amplio rango*

objetos lejanos

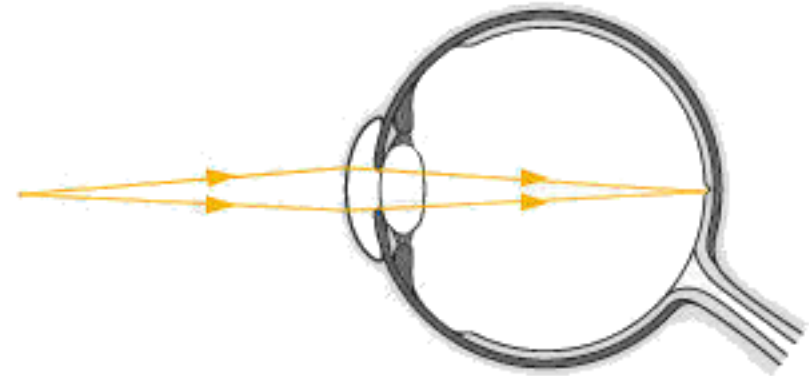


$$D = \infty$$

$$f' \approx 1.7 \text{ cm} \rightarrow P \approx 60 \text{ D}$$

para un objeto en ∞

objetos cercanos



$$D_{\text{mín}} = 25 \text{ cm} \quad (\text{ojo normal sano})$$

$$D_{\text{mín}} = 7 \text{ cm} \quad (\text{niño})$$

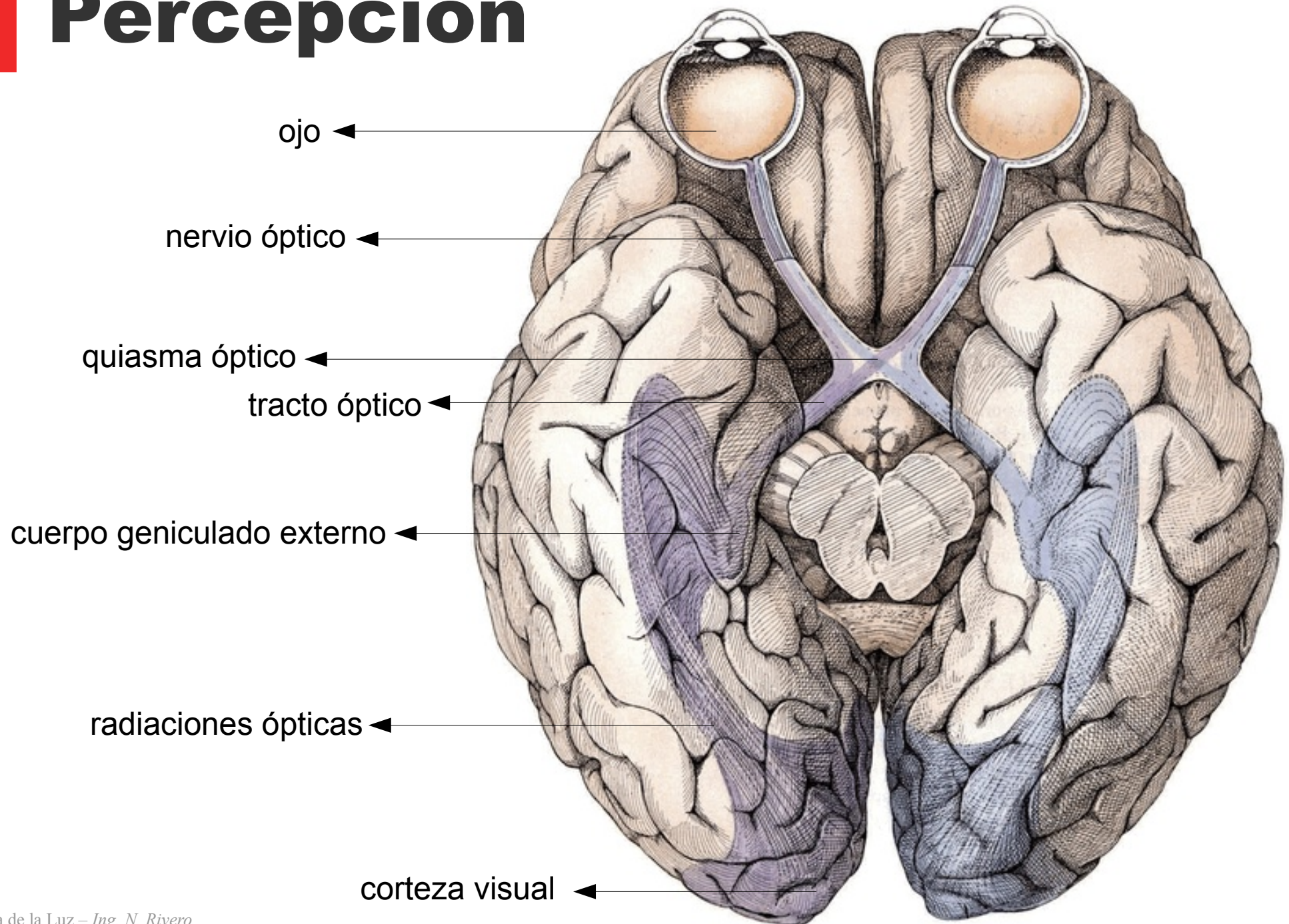
$$P > 60 \text{ D}$$

al disminuir la distancia al objeto

Percepción

- Pero la **percepción visual** es mucho mas que la formación de la imagen óptica en la retina
- Preproceso en fotorreceptores y células conectoras
 - descarte de información espectral, como ya vimos
 - cambio de respuesta en función de varios parámetros, como veremos
- Procesamiento en el cerebro
 - síntesis de la información
 - psicología

Percepción



Percepción

Mirar fijamente el punto rojo



Percepción

¿Color o blanco y negro?





Percepción

- Veamos una introducción

<https://www.youtube.com/watch?v=hB149G5bDUw&feature=youtu.be>

Percepción Visual

Percepción

- Difícil de cuantificar en forma analítica
- Pero tiene reglas
- Psicofísica
 - estudia las relaciones entre los estímulos físicos y las respuestas humanas
 - modelos obtenidos tienen utilidad variable
 - sistema muy complejo
 - conocimiento limitado de lo que ocurre entre estímulo y respuesta

Percepción

- **Parámetros básicos**
- Luz entrante al ojo
 - luminancia que llega al ojo * área de pupila

$$e_t = L * A_p$$

- se mide en Trolands

$$[\text{Td}] = ([\text{cd}] / [\text{m}^2]) * [\text{mm}^2]$$

Percepción

- **Parámetros básicos**
- Iluminancia retinal
 - densidad de flujo luminoso que llega a la retina, considerando las pérdidas al atravesar el ojo
 - se define en Trolands a partir de e_t

$$E_r = e_t \tau k^{-2} \cos \theta$$

e_t cantidad de luz entrante al ojo en Trolands

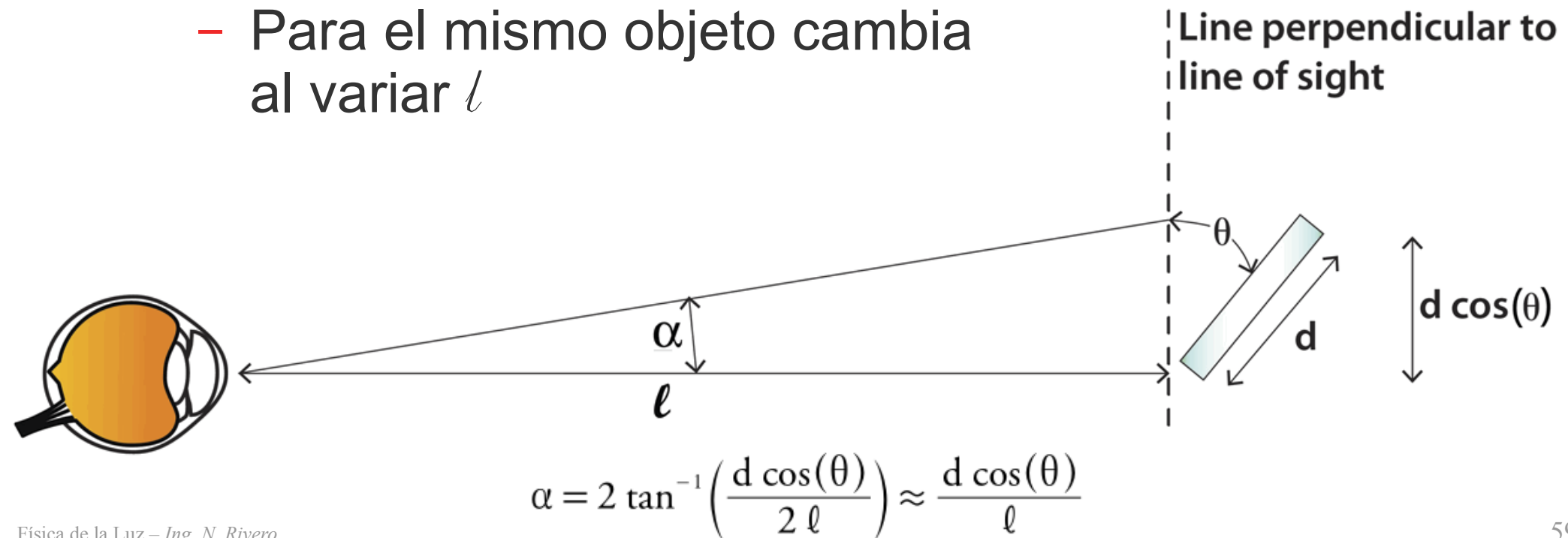
τ transmitancia ocular

θ ángulo de incidencia de la luz respecto al eje óptico del ojo

$k = 15$ (constante adimensionada)

Percepción

- **Parámetros básicos**
- Tamaño visual
 - Ángulo sólido ω o plano α visto desde el ojo, formado por el contorno del objeto
 - Para el mismo objeto cambia al variar ℓ

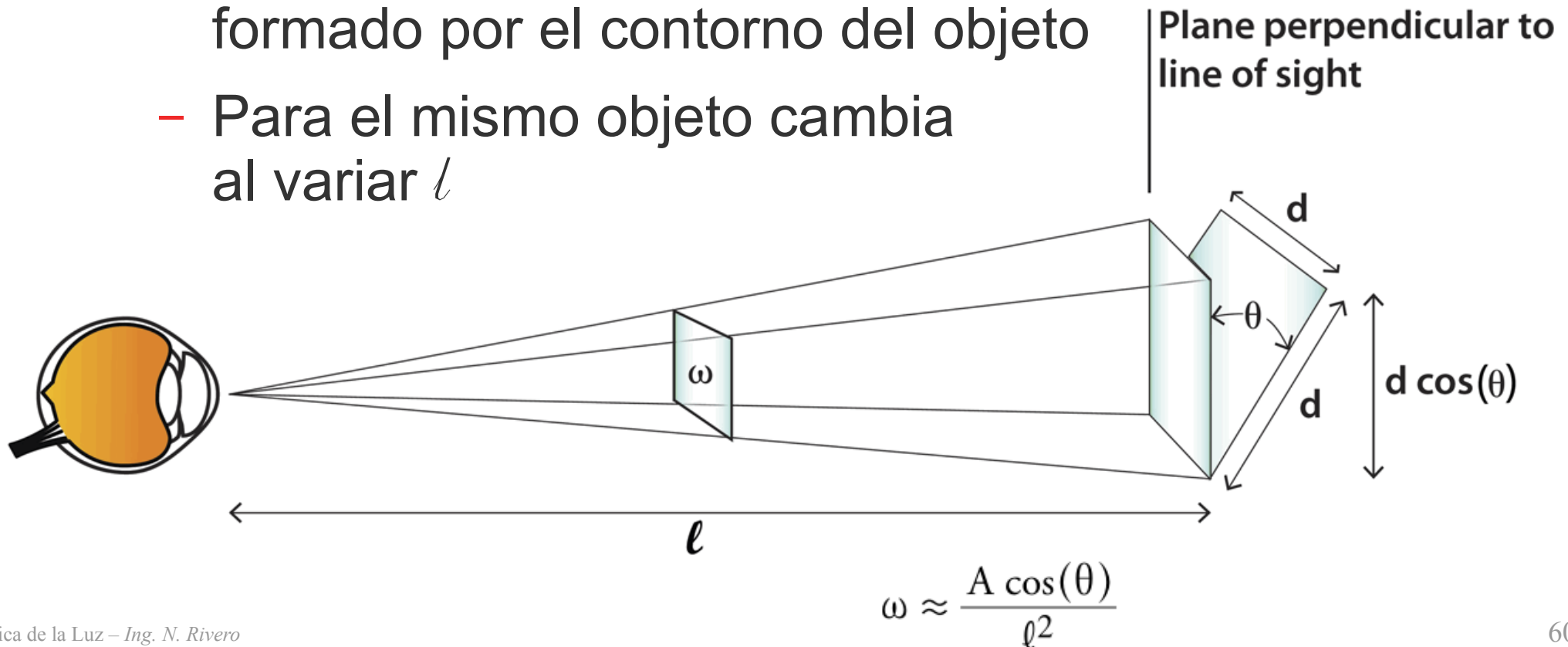


Percepción

- **Parámetros básicos**

- Tamaño visual

- Ángulo sólido ω o plano α visto desde el ojo, formado por el contorno del objeto
- Para el mismo objeto cambia al variar l



Percepción

- **Parámetros básicos**
- Contraste de luminancia
 - cuando un objeto tiene el mismo matiz (hue) que su entorno, pero se distingue de él
 - difieren en su luminancia

$$C = \left| \frac{L_o - L_f}{L_f} \right|$$

$$0 \leq C < 1$$

cuando el objeto es menos brillante

$$1 < C < \infty$$

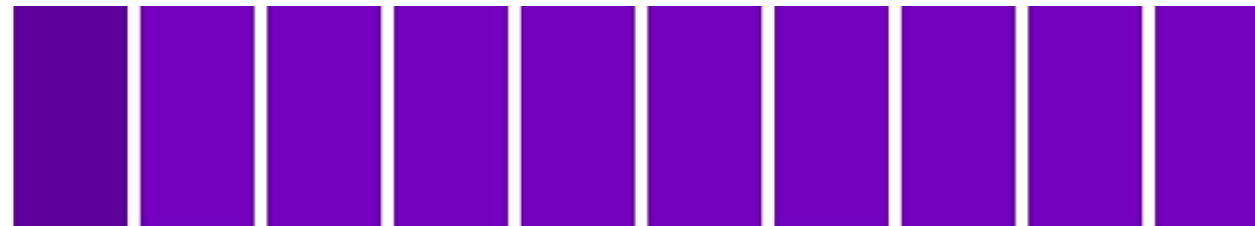
cuando el objeto es mas brillante

L_o luminancia del objeto

L_f luminancia del fondo

Percepción

- **Parámetros básicos**
- Contraste de luminancia
 - ¿Cual banda es de distinto color?

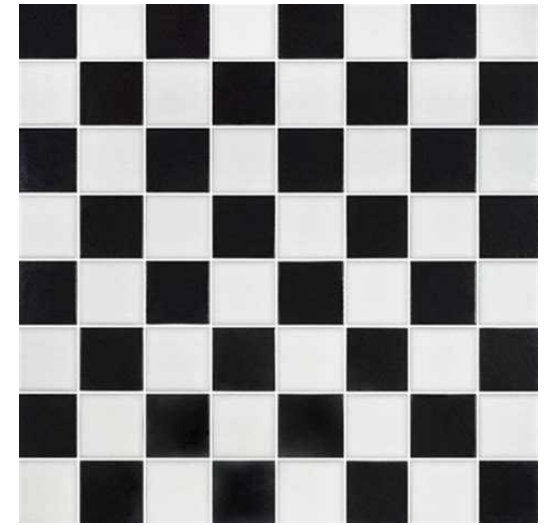


Percepción

- **Parámetros básicos**
- Contraste de luminancia
 - ¿Y ahora?



Percepción



- **Parámetros básicos**
- Contraste de luminancia
 - cuando objeto y fondo no son distinguibles (ej.: damero) se usa

$$C = \frac{L_{\text{mayor}} - L_{\text{menor}}}{L_{\text{menor}}} \quad 0 \leq C < \infty$$

L_{mayor} luminancia de la zona mas brillante

L_{menor} luminancia de la zona menos brillante

Percepción

- **Parámetros básicos**
- Contraste de luminancia
 - cuando se trata de patrones con luminancias variables se usa

$$C = \frac{L_{\text{máx}} - L_{\text{mín}}}{L_{\text{máx}} + L_{\text{mín}}} \quad 0 \leq C \leq 1$$

Contraste, o contraste de Michelson

$L_{\text{máx}}$ luminancia de la zona mas brillante

$L_{\text{mín}}$ luminancia de la zona menos brillante

Percepción

- **Parámetros básicos**
- Contraste de luminancia
 - reflectores difusos uniformemente iluminados
 - el contraste de luminancia no cambia al cambiar el nivel de iluminación
 - si objeto o fondo son reflectores direccionales
 - se debe usar la luminancia para calcular el contraste de luminancia