

Vergencias ópticas

Gabriel Merchán de Mendoza O.D. (*)

Definición

Vergencia óptica es el poder dióptrico de los rayos de luz y es directamente proporcional al índice de refracción e inversamente proporcional al radio de curvatura del frente de onda:

$$D \text{ (dioptrías)} = \frac{\text{Índice}}{\text{Radio (metros)}}$$

Ahora bien, el radio de curvatura del frente de onda no es otra cosa que la distancia recorrida por la luz desde su origen, o también la distancia que falta por recorrer para llegar a su destino focal.

$$D \text{ (dioptrías)} = \frac{\text{Índice}}{\text{Distancia (metros)}}$$

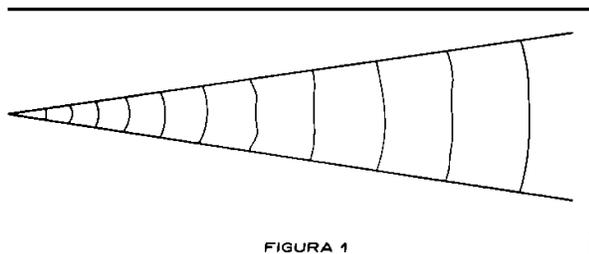


FIGURA 1

De manera que a mayor curvatura (menor radio) mayor el poder dióptrico del frente de ondas, sea que si deseamos volver paralelos (neutralizar) un haz de rayos divergentes, necesitaremos un lente positivo cuyo valor dependerá del sitio donde

*) Doctor en Optometría
 Pennsylvania College of Optometry, Philadelphia.
 Ex - Decano Facultad de Optometría, U. de la Salle. Profesor Titular, U. de la Salle.
 Profesor distinguido, U. de la Salle. Profesor Emérito, U. de la Salle.
 Profesor Honorario, U. de la Salle. Coordinador Programas de Postgrado en Optometría, U. de la Salle.

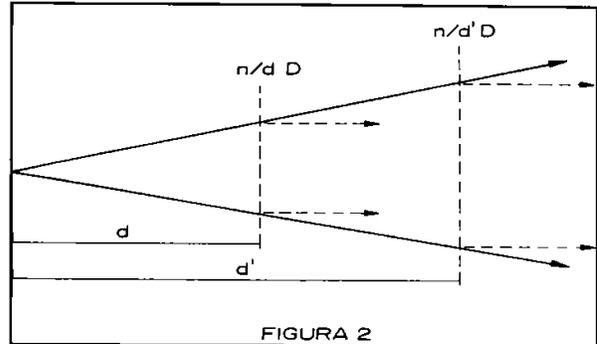


FIGURA 2

queramos neutralizar el haz. Es claro que mientras más cerca estemos de la fuente, mayor poder positivo (+) vamos a necesitar para neutralizar el haz. Si el haz está constituido por rayos convergentes, necesitaremos lentes negativos (-) cuyo poder tendrá que incrementarse a medida que nos acercamos al destino focal.

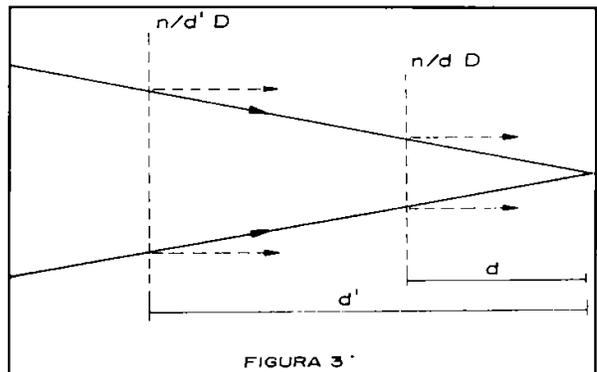


FIGURA 3

Si a un haz de rayos de luz le interponemos un lente, la vergencia resultante será la suma algebraica de la vergencia de los rayos en el sitio específico de la interposición, más el poder del lente. Se ha establecido por convención que los rayos divergentes sean negativos (-), los convergentes positivos (+) y los paralelos se consideren neutros. Si a 1 mt. de un objeto (fuente) interponemos una lente de +2.5 D, la vergencia resultante será: $-1 + 2.5 = +1.5$ D con foco a $1 / 1.5 = 0.6666$ mts., ó 66.66 cms.

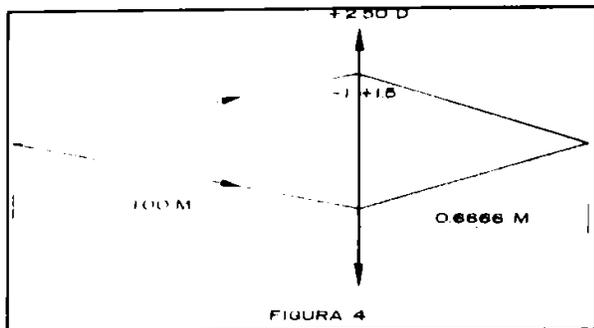


FIGURA 4

Pero si interponemos el mismo lente a 2 mt. de la fuente tendremos que,

$-0.50 + 2.5 = +2.0\text{ D}$ con foco a 0.50 mts. o 50 cms.

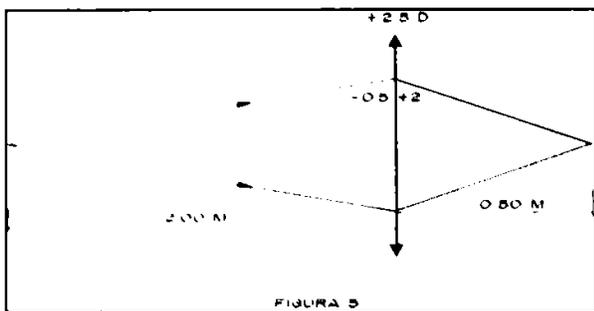


FIGURA 5

También es posible calcular fácilmente el resultado de una combinación de lentes.

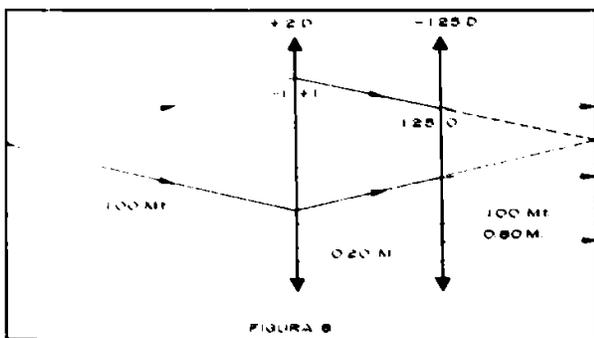


FIGURA 6

- Primer lente: $-1 +$
- Segundo lente: $+1.25 - 1.25 = 0$ (r. paralelos).

Esto es un telescopio astronómico.

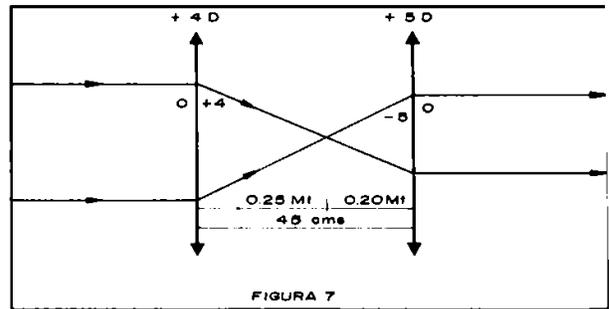


FIGURA 7

Las superficies refractivas esféricas únicas tienen primordial importancia para todos los profesionales de las ciencias de la visión, por cuanto constituyen la base fundamental para explicar los fenómenos ópticos del ojo humano. Si aplicamos el Método de Vergencias a las S.R.E.U. estaremos manejando medios refractivos de diferentes índices de refracción, por ejemplo aire ($n=1.0$) y PMMA ($n=1.488$).

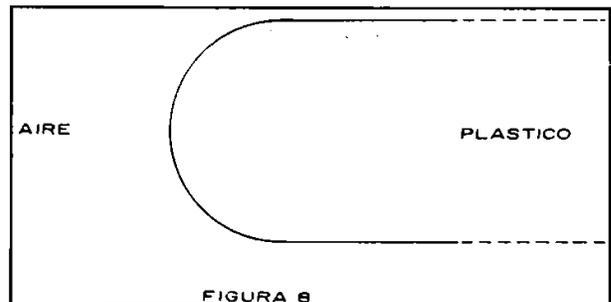


FIGURA 8

Si a esta S.R.E.U. le inciden rayos paralelos tendremos:

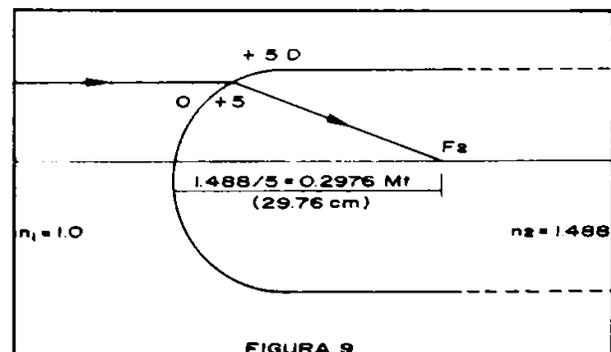
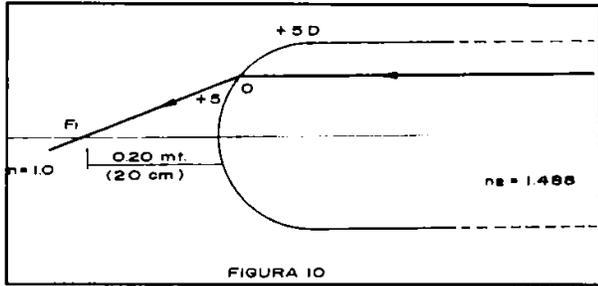
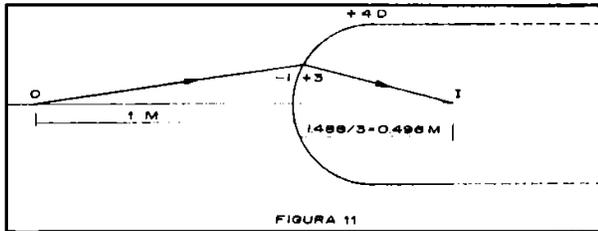


FIGURA 9

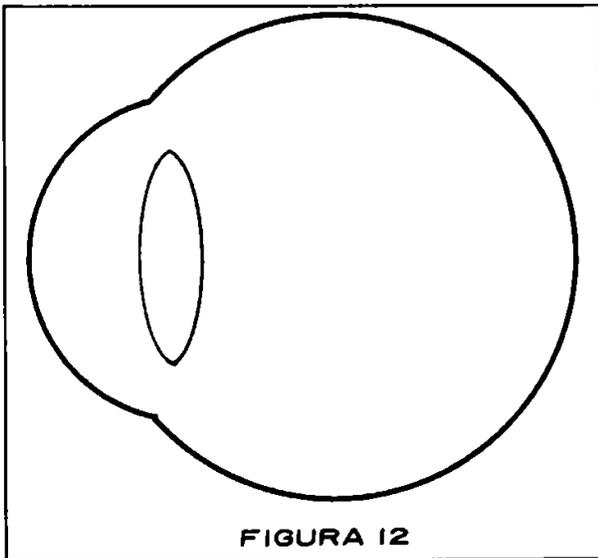
Si los rayos paralelos vienen del otro lado:



Veamos otro caso:

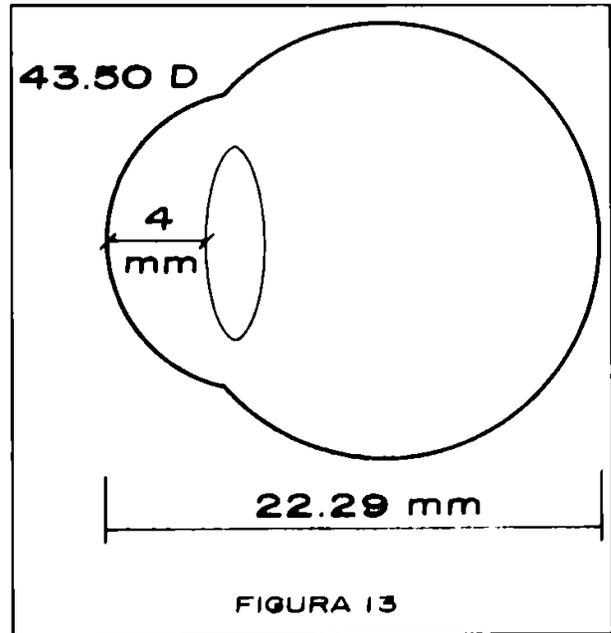


El ojo humano desde el punto de vista de la óptica puede asimilarse a una S.R.E.U. en la cual la córnea separa aire del medio ocular cuyo índice promedio es 1.3375.

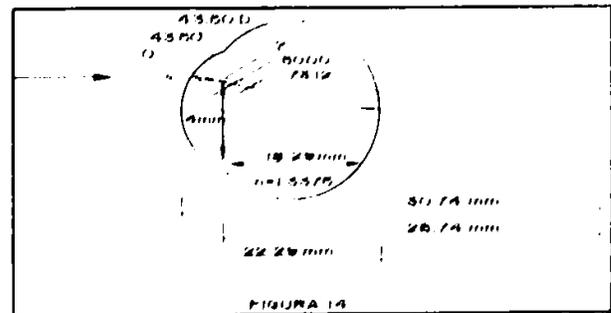


Podemos resolver un gran número de cuestiones referentes al ojo, como por ejemplo los parámetros exactos de un ojo, con cualquier tipo de ame-

tropía, o las distancias entre el sitio donde se cruzan los rayos que entran al ojo y la retina y otros varios. No obstante y en aras de la brevedad mencionemos una cuestión que a todos nos inquieta: el poder óptico del lente cristalino. Cual es su poder dioptrico real allí en el sitio que normalmente ocupa dentro del ojo (Gullstrand: 3.6 mm detrás de la córnea). Imaginemos un ojo emétrope con características muy ajustadas al promedio de Gullstrand: córnea +43.50 D., longitud axial 22.29 mm y profundidad de cámaras -1 mm. Supongamos además que el lente cristalino es ópticamente un lente delgado.



Siendo emétrope debemos tomar el punto remoto al infinito como punto de partida.



La respuesta que se puede ver en la gráfica es +23.12 D. que se traducen a +16.50 D en el plano corneal, es decir que si este ojo fuese operado de cataratas y adaptado posteriormente con un lente de contacto, este lente debería tener +16.50D. En forma idéntica es posible calcular el poder de un lente intraocular (I.O.L.) si previamente a su introducción en el ojo conocemos la curvatura de la córnea, la longitud axial y la profundidad de cámaras, o bien, el sitio exacto donde ha de ponerse el I.O.L. Veamos un ejemplo: cuál es el poder de un I.O.L. para un ojo que tiene una córnea de 45 D, longitud axial de 23 mm y el I.O.L. será colocado 3.5 mm. detrás de la córnea.

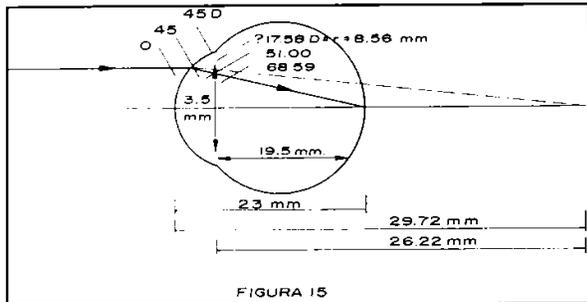


FIGURA 15

Es fácil calcular cuántas dioptrías deberá tener este I.O.L. en aire en el momento de su fabricación. Después de todo se fabrica en aire. Si el material fuese PMMA su poder en aire sería de +57.00 D. También es posible calcular el valor real de acomodación en una situación determinada, mas no en el plano propio corneal como hacemos habitualmente, sino en el plano propio del cristalino. Cuando decimos, por ejemplo, que un ojo emétrope acomoda 3 D para enfocar a un objeto situado a 1/3 mt. nos estamos refiriendo a 3 D en el plano corneal. Lo mismo sería si el ojo no acomodara nada y le agregáramos un lente de contacto de +3 D para poder enfocar tal objeto.

Si regresamos al ejemplo anterior, en el cual el cristalino en reposo vimos que tenía un poder de +23.12 D, veamos qué poder de cristalino necesita para enfocar a 1/3 mt. La diferencia entre este cristalino y 23.12 D nos dará el grado de acomodación.

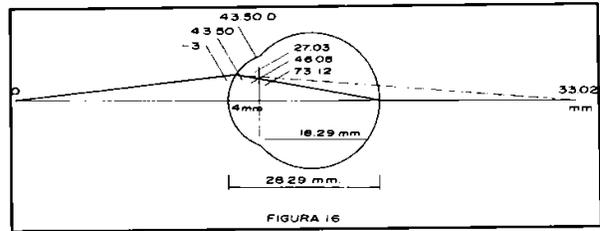


FIGURA 16

Para lograr una imagen nítida sobre la retina de un objeto a 1/3 mt es necesaria una acomodación de +3.92 D así:

Cristalino necesario para enfocar a 1/3 Mt.: 27.03 D

Cristalino en reposo: 23.12 D

Diferencia (grado real de acomodación): 3.92 D

Por tanto, un ojo emétrope necesita de aproximadamente 4 D de acomodación en el plano del cristalino, las cuáles son tan sólo 3 D medidas en plano corneal.

Finalmente, muchos quisiéramos saber en el caso de los niños recién nacidos cuál es el poder total del ojo emétrope y cuál el valor del cristalino IN-SITU. Asumamos entonces una córnea de 44 D y una longitud axial de 16 mm.

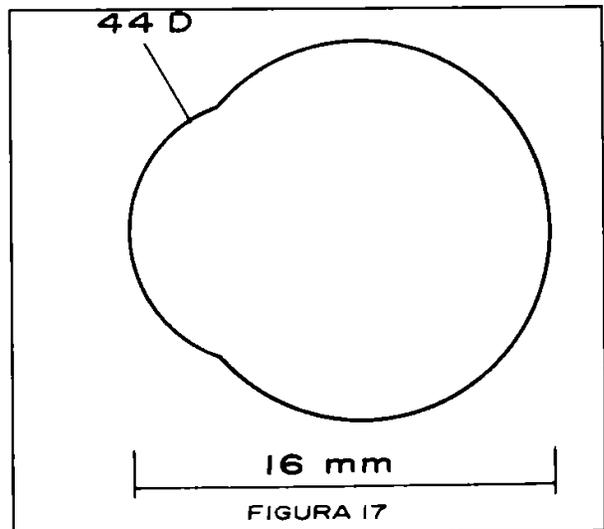


FIGURA 17

Por el diagrama se puede ver que para enfocar a 16 mm hacen falta +83,60 D de las cuáles la córnea debe proveer 44 D, en el ejemplo dado. El cristalino del infante deberá proporcionar las 39,60 D restantes, efectivas en el plano de la córnea. En el plano del cristalino la situación es como sigue:

Conclusión: El método de vergencias ópticas nos permite lograr muchas más aplicaciones que las que podemos mostrar en una corta charla. Debemos profundizar en estos temas para mantener nuestros conocimientos actualizados en beneficio de las personas que pretendemos servir.

