

MAGNIFICACIÓN ESPECULAR RELATIVA

Gabriel Merchán De Mendoza *

MAGNIFICACIÓN. GULLSTRAND. ANTEOJO. LENTE DE CONTACTO. AMETROPIA AXIAL. AMETROPIA REFRACTIVA. LENTE GRUESO. LENTE DELGADO.

Introducción

Se entiende por Magnificación Especular Relativa a la magnificación inducida por anteojos comparada con lentes de contacto, o a la comparación entre ametropías axiales y refractivas. Esta magnificación relativa es de especial interés en los casos en los cuales una persona con algún tipo de ametropía cambia sus anteojos por lentes de contacto o viceversa (W.F. Long, 1992).

También adquiere especial importancia en aquellas personas que presenten anisometropía, entendiendo como tal la desigualdad mayor de 2 dioptrías en el estado refractivo de los dos ojos (Duke-Elder, 1970), incluyendo las desigualdades entre un ojo y el otro por longitudes axiales o por diferencias refractivas del sistema óptico de los dos ojos (Woo & Mah-Leung 2001).

Para los siguientes ejemplos nos guiaremos por las cifras de Donders y Gullstrand con el fin de establecer una potencia óptica total, así:

Emetropía refractiva:	60 Dpt.
Emetropía axial:	56 Dpt.
Miopía axial:	60 Dpt.
Miopía refractiva:	65 Dpt.
Hipermetropía axial:	60 Dpt.
Hipermetropía refractiva:	55 Dpt.
Afaquia:	44 Dpt.

Si el poder total es 65 Dpt., tendremos una miopía refractiva de 5 Dpt.

Si el poder total 55 Dpt., tendremos una hipermetropía refractiva de 5 Dpt.

Si el poder total es 44 Dpt. tendremos afaquia de 16 Dpt.

Es necesario recordar algunos aspectos de los lentes delgados y gruesos. Es bien conocido que el poder de un lente delgado se obtiene sumando el poder de sus dos superficies; así, si la superficie anterior tiene + 6 Dpt. y la posterior, -2 Dpt., el poder total es + 4 Dpt. El espesor que pueda tener o el índice de refracción del material del cual está hecho, no se toman en cuenta para nada, siempre y cuando se le considere como delgado (Sinn 1950).

Si el lente se considera grueso, el espesor y el índice juegan un papel importante y no pueden ignorárseles. Para calcular el poder total de un lente grueso, es necesario utilizar la fórmula de Gullstrand (Pascal J.I, 1952):

$$\text{Poder Total} = D_1 + D_2 - D_1 * D_2 * d/n$$

Donde, D_1 es el valor de la primera superficie, D_2 el de la segunda, d , la distancia entre las dos y n , el índice de refracción del material del cual está hecho.

Siguiendo el ejemplo anterior y suponiendo que el espesor fuera de 4 mm. y el índice de 1.5, el Poder Total sería:

$$\text{Poder total} = +6 + (-2) - 6 \times -2 \times 0.003/1.5 = 4.032 \text{ Dpt.}$$

Aunque en los ejemplos anteriores la diferencia no parece importante, en otros casos puede ser de gran valor.

Adicionalmente, se considera como lente grueso la combinación de dos lentes delgados separados por una distancia entre ellos. Si ésta fuera de aire, tendríamos un lente grueso hecho de aire (Sinn F. 1950). Por ejemplo, el Poder Total de una combinación de dos lentes delgados de + 6 Dpt. y + 5 Dpt. separados por una distancia de 30 mm. de aire sería:

$$\text{Poder total} = + 6 + 5 - 6 \times 5 \times 0.030 / 1 = 10.1 \text{ Dpt.}$$

Ahora puede verse que la influencia del ‘espesor’ (distancia en aire) es importante. Si no se tomara en cuenta el ‘espesor’, el Poder Total de la combinación sería 11 Dpt. Para determinar si un lente es grueso o delgado, comparamos el espesor con la centésima parte de la distancia focal. Si el espesor es mayor, grueso; si menor, delgado.

Para esta discusión vamos a considerar la combinación ojo-anteojo como un lente grueso “hecho de aire” en el cual el anteojo hace de **superficie anterior** y el sistema óptico combinado de córnea y cristalino, como **superficie posterior**. La combinación ojo-lente de contacto se considera como lente delgado, en la cual el lente de contacto hace de superficie anterior y el sistema combinado del ojo, de superficie posterior.

La magnificación en cualquier sistema óptico depende esencialmente de la potencia óptica de sus componentes y de la distancia focal (Duke-Elder Sir S. 1970). Mientras mayor sea la potencia, menor la distancia focal y mientras mayor sea la distancia focal, mayor la magnificación. En el caso del ojo humano es necesario distinguir entre el ojo emétrope natural y el ojo emetropizado por medio de aditamentos ópticos, tales como anteojos o lentes de contacto, o bien por cirugías refractivas.

Para abordar el tema en forma ordenada, es necesario separar todos los estados visuales entre axiales y refractivos para cada condición. Así por ejemplo, la miopía puede ser de origen axial o refractivo, y otro tanto ocurre con la hipermetropía. La emetropía también puede considerarse como axial o refractiva aunque esto pueda parecer extraño.

En esta perspectiva, el problema se simplifica enormemente por cuanto basta con establecer la potencia óptica de los distintos casos y compararlos entre sí para calcular la Magnificación Relativa. Se puede establecer como “estándar” para el ojo emétrope un poder combinado, córnea-lente-cristalino, de 60 Dpt. Además, el ojo con menor poder tiene siempre la imagen de mayor tamaño.

Primer Caso. Emotropía axial Vs. refractiva.

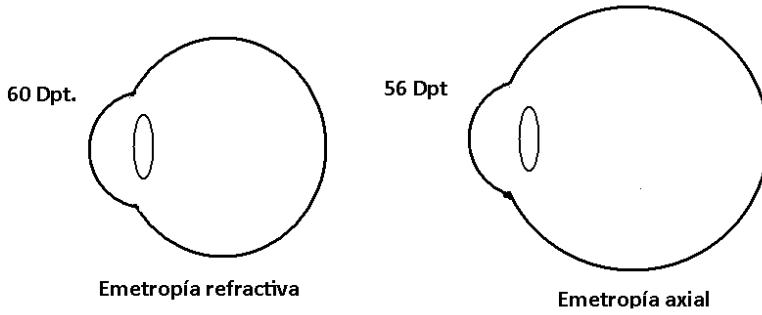


Figura 1. La relación de potencias es de $60/56 = 1.07$, lo cual significa que la imagen de la emetropía axial es 7% mayor.

Segundo Caso. Miopía de 5 Dpt. corregida con lente de contacto o con antejojo.

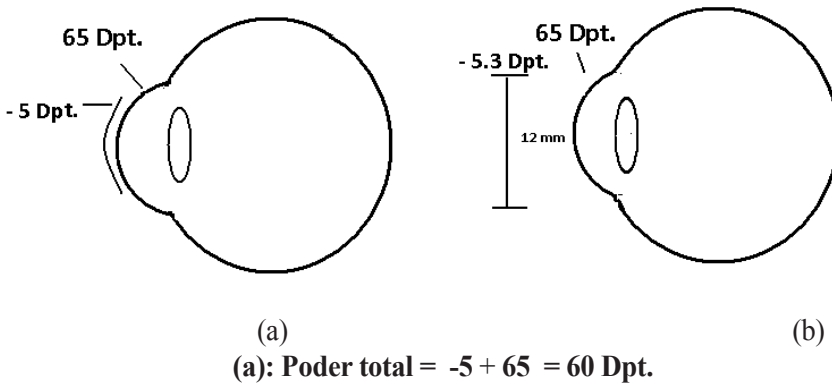


Figura 2.

Dado que esta combinación equivale a un lente delgado de superficies -5 Dpt. y 65 Dpt.

$$\text{Poder Total} = -5.3 + 65 - (-5.3) \times 65 \times 0.012 / 1 = 63.834 \text{ Dpt.}$$

$$\text{Magnificación Especular Relativa} = 63.834 / 60 = 1.064$$

En (b), el antejojo tiene un valor de -5.37 Dpt para corregir la miopía de 5 Dpt. en razón a la distancia vertex de 12 mm.

La imagen del ojo con lente de contacto es por consiguiente 6.4% mayor que con

anteojos. Este resultado corresponde con la experiencia clínica, cuando un paciente

miope cambia sus anteojos por lentes de contacto.

Tercer Caso. Miopía de 5 Dpt., Refractiva con anteojo Vs. Axial con anteojo.

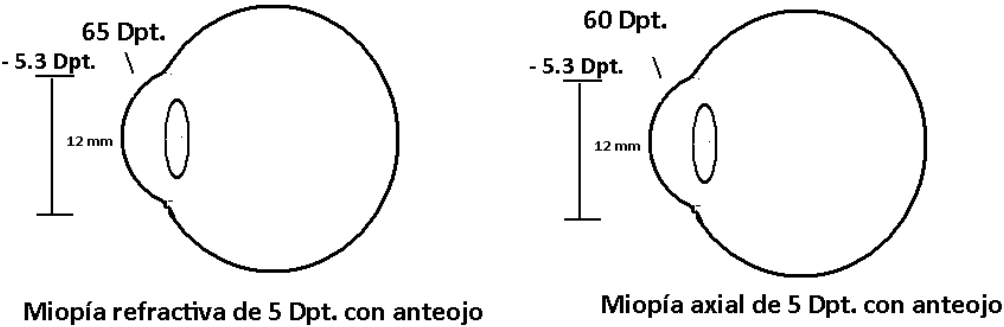


Figura 3.

Poder total Miopía refractiva = -5.3 + 65 - (-5.3) x 65 x 0.012 / 1 = 63.834 Dpt.
Poder total Miopía Axial = -5.3 + 60 - (-5.3) x 60 x 0.012 / 1 = 58.516 Dpt.
Magnificación Especular Relativa:
 $63.834 / 58.516 = 1.09$

La imagen del ojo con miopía axial con anteojo es mayor que la del ojo con miopía refractiva por 9 %.

Cuarto Caso. Miopía de 5 Dpt. Refractiva con Lente de Contacto. Vs. Axial con Lente de Contacto.

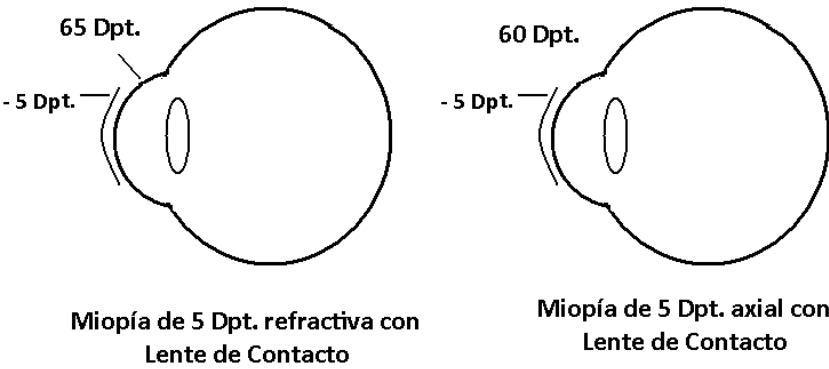


Figura 4.

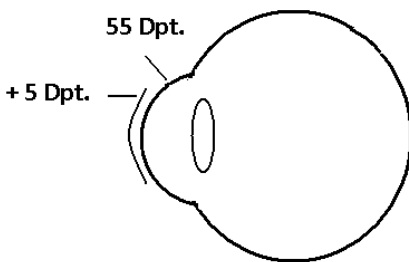
Poder total miopía refractiva: $65 - 5 = 60$ Dpt.

Magnificación Especular Relativa: $60/55 = 1.09$

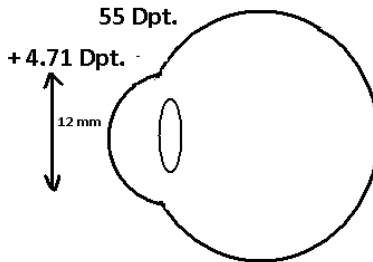
Poder total miopía axial: $60 - 5 = 55$ Dpt.

La imagen del ojo con miopía axial con Lente de Contacto es mayor que la del ojo con Miopía refractiva por 9 %.

Quinto Caso. Hipermetropía con lente de contacto o con antejojo.



Hipermetropía de 5 Dpt. con Lente de Contacto.



Hipermetropía de 5 Dpt. con Antejojo

Figura 5.

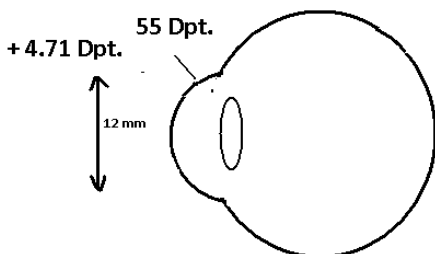
Poder total hipermetropía con L.C. = $+5 + 55 = 60$ Dpt.

Poder Total Hipermetropía con antejojo = $+4.71 + 55 - 4.71 \times 55 \times 0.012 / 1 = 56.60$ Dpt.

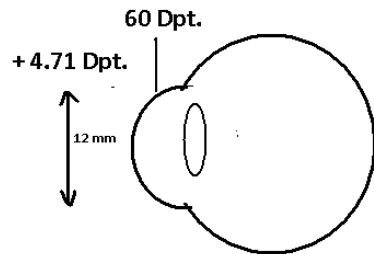
Magnificación Especular Relativa = $60 / 56.60 = 1.06$

La imagen del ojo con antejojo es mayor 6% que la del ojo con lente de contacto. Este resultado corresponde con la experiencia clínica cuando un paciente hipermetrope cambia sus anteojos por lentes de contacto.

Sexto Caso. Hipermetropía refractiva con antejojo o axial con antejojo.



Hipermetropía refractiva con antejojo



Hipermetropía axial con antejojo

Poder Total ojo con hipermetropía refractiva: $+ 4.71 + 55 - 4.71 \times 55 \times 0,012 / 1 = 56.60$ Dpt.

Poder Total ojo con hipermetropía axial: $+4.71 + 60 - 4.71 \times 60 \times 0.012 = 61.32$ Dpt.

Magnificación Especular Relativa =
 $61.32 / 56.60 = 1.08$

La imagen del ojo hipermétrope refractiva con anteojo es mayor 8% que la del ojo hipermétrope axial con anteojo.

Séptimo Caso. Hipermetropía refractiva con anteojo o axial con lente de contacto.

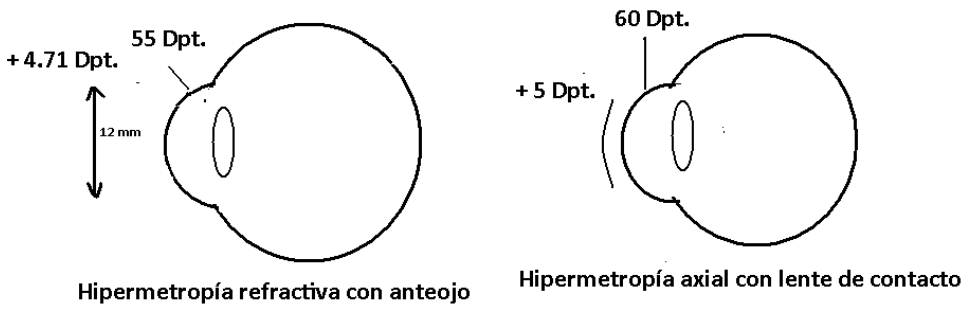


Figura 7

Poder Total ojo con hipermetropía refractiva con anteojo:

$$+ 4.71 + 55 - 4.71 \times 55 \times 0,012 / 1 = 56.60 \text{ Dpt.}$$

Poder Total ojo con hipermetropía axial con lente de contacto:

$$+ 5.0 + 60 - 5.0 \times 60 \times 0.012 = 61.4 \text{ Dpt.}$$

Magnificación Especular Relativa =
 $61.4 / 56.60 = 1.08$

La imagen del ojo hipermétrope refractiva con anteojo es mayor 8% que la del ojo hipermétrope axial con lente de contacto.

Octavo Caso. Afaquia con anteojo o con lente de contacto.



Figura 8