

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



**CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE MIRAS TELESCÓPICAS**

**LICENCIADO SALVADOR DANIEL PATTI**

(Extracto del libro Próximo a Publicarse, reservados derechos de autor)

Bien conocido por los tiradores y cazadores es el dicho que dice “Lo que va arriba tiene que ser más caro que lo que va abajo” esta es, digamos, que una introducción general, en la que se habla palabras más, palabras menos, desde una perspectiva un poco más profunda y profesional, que espero no los aburra, sino por el contrario, sirva para aumentar el conocimiento sobre un tema casi tabú y del que solo se habla por repetición. Pero bien necesaria es esta introducción para dar lugar a una nota mucho más profunda, y técnica.

Una mira telescópica, está constituida “básicamente” por 5 lentes. El objetivo, el par inversor (2) y una lupa compuesta u ocular (2). Básicamente esta entre comillas porque 5 es el mínimo de lentes que un anteojito de este tipo necesita para funcionar (digamos que es la cantidad de lentes que tiene una mira de mala calidad) hasta un máximo de 11 lentes (por supuesto nos referimos a un aparato de calidad).

Aun hablando de una mira telescópica constituida por 10 u 11 lentes estas se comportan como si fueran 5 o 6 dependiendo el diseño óptico, para el funcionamiento del telescopio de galileo, pues una mira telescópica no es más que eso, un anteojito de Galileo o anteojito terrestre al que se le ha adosado un sistema de referencia (retículo) y un sistema de regulación (torretas) como tal. ¿Cómo se entiende esto? Bien, sucede que esas 5 lentes básicas, tienen adosadas o pegadas otro número de lentes igual, las cuales se utilizan para corregir ciertos errores o aberraciones como veremos a lo largo de esta explicación, pero cada par de lentes adosadas o pegadas se comporta como si fuera una sola, (para lo que se refiere a la refracción de los rayos) esto es conocido en óptica como doblete.

Cada una de estas lentes están realizadas en diferentes clases de cristales, los cuales de acuerdo a su composición tienen diferentes nombres o denominaciones, por lo general alfanuméricas, pero que en líneas generales, a su vez, se dividen en dos grandes grupos cuyas denominaciones son CROWN Y FLINT (silicatos de sodio, potasio o calcio, óxido de plomo etc.)

Estas designaciones de cristales ópticos provienen del modo primitivo de fabricarlos, el crown, palabra inglesa que significa corona, se obtuvo por soplado en forma de platos, el flint, fue fabricado a base de pedernal, cuando aún no se conocía una forma de sílice más pura, Flint es también una palabra inglesa (pariente del alemán *flinte*, escopeta) que significa *piedra de chispas*. El nombre común para el crown sería vidrio, y para el flint, cristal.

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



### Desde el principio

Los instrumentos ópticos de precisión como son las miras telescópicas, (siempre hablaremos de calidad) se calculan aproximadamente para un intervalo de temperaturas de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $+55^{\circ}\text{C}$  y los coeficientes de dilatación lineales y cúbicos de los materiales de las monturas se distinguen considerablemente de los del vidrio, (el  $\alpha$  del duraluminio es  $23 \times 10^{-6}$ , el del latón es  $18 \times 10^{-6}$ , y el del acero es  $11 \times 10^{-6}$ ), en muchos casos surge el peligro de que las monturas aprieten las piezas ópticas con temperaturas bajas, y se produzca la creación de grandes holguras con temperaturas altas, lo cual es terrible para una mira que contiene dentro de ella un gas (nitrógeno) que evita el empañamiento en condiciones de temperaturas bajas, además de no permitir el ingreso de humedad al sistema y crea una atmosfera inerte para la no proliferación de hongos. Por lo tanto ya desde el arranque, existe una diferencia entre los materiales que se eligen para la fabricación del estativo o cuerpo de la mira buena y una mediocre.

Un fabricante de miras de calidad, tiene que calcular como primera medida la dilatación y la contracción de los materiales que utilizará para fabricar el cuerpo de su mira en consecuencia del tipo de cristal que utilizará para fabricar sus lentes, en el rango de temperaturas mencionado.

### Como actúa la luz dentro de nuestra mira

Se llama reflexión de la luz (flujo radiante) al fenómeno que consiste en que la luz incidente sobre la superficie que separa dos medios ópticos de diferentes índices de refracción, (que es digamos a “grosso modo” la capacidad que tiene el cristal para desviar un rayo de luz en mayor o menor medida según sea su densidad) parcial o totalmente retorna al medio de donde incide. La cantidad de luz reflejada depende de la **calidad de la superficie que separa los medios**, de los ángulos de incidencia de los rayos luminosos sobre la superficie de separación y de los índices de refracción de los medios.

Si una superficie cuyo radio de curvatura, al pasar a lo largo de ésta a distancias iguales a la longitud de la onda luminosa, experimenta variaciones comparables con la longitud de dicha onda, tal superficie se dice que es rugosa. Las superficies rugosas obtenidas, por ejemplo, por rectificación, intensifican la difusión de la luz, lo que se llama reflexión difusa. Tales superficies por lo tanto no pueden darnos en nuestra mira una imagen nítida, entonces no nos sirven. La reflexión de la luz por un medio ópticamente menos denso, con el retorno total al medio de donde incide, se denomina reflexión interna total (por este principio funcionan las fibras ópticas)

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



La parte del flujo radiante (luz) que se dispersa por el límite de refracción (cuando la luz pasa a través de la lente) o reflexión se define por el coeficiente de reflexión. Se llama coeficiente de reflexión la relación entre la luz reflejada por el cuerpo dado, y el flujo radiante (luz) incidente en este cuerpo. El coeficiente de reflexión para dos medios ópticos con superficies pulimentadas adyacentes, se determina por la conocida fórmula de Fresnel.

Si dos piezas ópticas van pegadas con bálsamo de Canadá ( $n= 1,52$ ) lo que con frecuencia se utiliza en objetivos, para lograr un doblete acromático, como dijimos al principio, o se unen por contacto óptico, las pérdidas de luz por reflexión en el lugar de la unión disminuyen bruscamente, el bálsamo ha sido suplantado por otros elementos (por ej. Loctite UV) ya que cumple la misma función y da un resultado más duradero a través del tiempo, por ser sintético no se degrada como el bálsamo. *Las pérdidas de luz por reflexión en superficies pegadas o que hacen contacto, deben tenerse muy en cuenta si la diferencia de los índices de refracción entre los vidrios supera los 0.2*. Todos hemos tenido algún visor que al mirar a través de él, era como mirar a través de una radiografía, por más que regulemos el ocular y el paralaje, he aquí una de las causas.

### **El AR de las lentes**

En las lentes de los sistemas ópticos, se emplean superficies pulimentadas, a las que se les deposita una finísima capa metálica, realizada por evaporación de metal en campanas de alto vacío, (la composición, y disposición de estos tratamientos será material para otra nota). De esta manera se reduce la pérdida de luz por reflexión, es decir se cubre la superficie óptica con una capa antirreflectante. En estas finas capas se produce el fenómeno de interferencia, por lo tanto el espesor de este tratamiento no puede ser cualquiera, por lo general cerca de  $\frac{1}{4}$  de la longitud de la onda luminosa. Los fabricantes serios tienen en cuenta el uso que se le dará a la mira y formulan los AR en relación a las longitudes de onda que se quieren filtrar y cuales se quieren reforzar.

Entonces, el tratamiento antirreflejo es algo a tener en cuenta ante la elección de un visor, ya que no será el mismo tratamiento el requerido para una mira que solo utilizaremos para cazar o tirar de día, que el que deberá llevar un visor al que le daremos uso en condiciones de luz extremadamente pobre, para este último se recomienda tratamientos que “barran” mejor la longitud de onda del infrarrojo cercano. El coeficiente de reflexión de tales tratamientos con incidencia normal (perpendicular a la superficie óptica o cristal) se determina por una fórmula. La importancia de los tratamientos antirreflejos no solo consiste en que disminuyen las pérdidas de luz por reflexión, sino que también por lo que en virtud de las leyes de interferencia, los rayos reflejados en la capa se extinguen entre sí, y por lo tanto disminuye la influencia nociva de la luz difusa, es por eso que no se debe elegir una mira con lentes tratadas solo por el color, o por que este tratamiento brilla más o menos, el AR fue descubierto

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



en la Zeiss por uno de sus técnicos y fíjense si era importante que hasta 1945 se consideraba secreto de estado en Alemania.

Además, para asegurarnos que lo descrito anteriormente se cumpla en todas las superficies ópticas que la luz atraviesa hasta llegar al ojo, dichos tratamientos se deben aplicar a todas las lentes del sistema, es más, en ambas caras. Y si el retículo es tallado debe aplicarse también a esa pieza de cristal, Por lo general las miras comerciales baratas o de calidad media tienen tratamientos en la cara anterior del objetivo, y en la cara posterior de la lente del ojo del ocular, que es lo único que uno puede apreciar cuando las observa.

La cantidad de capas antirreflectantes para un trabajo de calidad varía entre 12 y 24 en miras normales, llegando hasta 122 en aparatos Premium (en realidad existe una sola mira con esta cantidad de capas AR) . Con una o dos capas antirreflectivas tiene lugar una transmisión selectiva de la luz de acuerdo con el espesor de las capas, así por ejemplo, con una capa antirreflectiva para la zona visible del espectro, el máximo de antirreflexión se crea para la luz amarilla y la imagen también adquiere un coloreado amarillento (léase miras chinas).

Todos los rayos de luz emitidos por el objeto (ciervo, chanco o blanco) y que caigan sobre el lente objetivo, se reúnen entonces en el cruce del retículo. Entre estos rayos es especialmente interesante el que pasa por el centro óptico del objetivo, el que no sufre desviación al atravesarlo. De lo que se deduce que, cuando la mira está dirigida al punto objeto (blanco), se encuentran en una línea recta: el objeto, el centro óptico del objetivo y el cruce del retículo. Esta línea, definida en la mira por el Centro óptico del objetivo y el cruce del retículo, se llama eje de colimación. Apuntar a un punto implica entonces dirigir el eje de colimación a ese punto.

Se nota que el eje de colimación depende completamente de la manera cómo se ha montado el retículo, y como éste, permite pequeños desplazamientos perpendiculares y horizontales del haz de rayos de luz (en las miras modernas sean FFP o SFP el retículo no se desplaza) al eje de la mira, por medio de las torretas de regulación, el tirador puede modificar fácilmente la posición del eje de colimación, con el objeto de satisfacer ciertas exigencias en los tiros.

Nunca debe, como ocurre en el saber popular de algunos expertos, confundirse el eje de colimación con el eje óptico de la mira, dado que esta última denominación significa el eje del objetivo o sea la recta que une los centros de curvatura de sus superficies, eje que no depende *en nada* de la posición del retículo.

Para conseguir que en una mira la imagen de un punto lejano o cercano se produzca en el plano focal del ocular, se mueve el ocular longitudinalmente. En algunos modelos de miras generalmente japonesas (por cierto más antiguos, pero no por eso de peor calidad) este

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



movimiento lo acompaña el retículo, que también está unido al tubo ocular por medio del anillo del diafragma de campo. Para que ojos de distintas condiciones puedan usar la mira cómodamente, el ocular (que es una lupa compuesta) debe todavía ser desplazable respecto al plano del retículo.

### **Los defectos de las lentes**

#### **Aberración esférica**

Las diferencias entre los lugares de reunión de los rayos marginales y los rayos centrales salientes del mismo punto objeto, es tanto mayor cuanto mayor sea el ángulo de abertura del cono de los rayos emitidos por el blanco. La aberración esférica tiene por consecuencia una *falta de claridad y nitidez de la imagen*. En lugar de puntos imágenes luminosos, se forman sobre la retina del ojo pequeños círculos, llamados círculos de dispersión (de un cierto diámetro), es decir, pequeñas superficies en lugar de puntos. Similares círculos se forman por todos los puntos de un objeto, y esos círculos se superponen en parte, produciéndose entonces en conjunto una imagen a la cual le falta nitidez y la que parece cubierta de un ligero velo.

#### **Los defectos del ojo tienen su ventaja.**

A pesar de la aberración esférica de las lentes, las imágenes producidas sobre la retina del ojo son *prácticamente* nítidas, debido a la circunstancia de que el ojo, por la constitución de la retina, no es capaz de percibir separados dos puntos cuando los rayos, que de ellos llegan al ojo, forman un ángulo menor de un minuto de ángulo (1 MOA). En consecuencia, no hay necesidad de que las miras telescópicas formen de los puntos objetos exactamente puntos imágenes, siendo suficiente que los círculos de dispersión producidos sean tan pequeños que el ojo los vea como puntos.

#### **Aberración esférica mínima. Lente de la mejor forma.**

Con una sola lente la aberración esférica no puede ser completamente eliminada, pero sí reducida a un mínimo para una determinada distancia del blanco. Esto se realiza mediante una adecuada elección de los radios de curvatura. Una tal lente, en la cual resulta reducida a un mínimo la aberración esférica para un objeto lejano, se llama "lente de la mejor forma". Se puede demostrar que esa lente es de forma biconvexa. Por eso todas las lentes objetivos de las miras, los pares inversores y la lente del ojo del ocular, (dependiendo esta última del tipo de ocular diseñado por el fabricante) tienen esta forma. No siendo esto extensivo a la totalidad de las lentes de campo y las colectoras

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



Es decir, la aberración esférica, para rayos que proceden del infinito, (distancia más allá del foco de la lente objetivo) es mínima en una lente biconvexa. La cara de mayor curvatura debe estar dirigida hacia el lado de los rayos incidentes (hacia el blanco).

**Aberración cromática.**

Sabemos que la luz blanca es una luz compuesta, la que al caer sobre un prisma o una lente se descompone en colores simples. Es el fenómeno de la dispersión cromática. Sabemos que el conjunto de tales colores se llama espectro solar, y si se reúnen otra vez tales colores, recomponen la luz blanca. Sabemos también que la descomposición de la luz blanca realizada mediante un experimento clásico que por primera vez lo efectuó NEWTON, tiene por causa los diferentes índices de refracción de las diversas clases de luz, correspondientes a los colores, índices que aumentan del rojo al violeta. Si se descompone así un rayo solar en una lente de vidrio crown formando el conocido espectro, en que los índices del rojo al violeta varían de 1,52 a 1,55, mientras que en el flint varían de 1,62 a 1,68. Esto significa que además de ser la refracción más fuerte en el flint que en el crown en la proporción de 15 a 16 aproximadamente, existe para el flint una diferencia notablemente más grande entre los índices de rojo y violeta, por lo cual el flint produce una dispersión cromática mucho más fuerte que el crown.

La medida para la dispersión cromática en el vidrio crown la da la diferencia entre los índices de refracción correspondientes a las luces roja y violeta: Esta diferencia resulta para el vidrio crown aproximadamente de:  $1,55 - 1,52 = 0,03$ , mientras que para el flint esa diferencia es de  $1,68 - 1,62 = 0,06$ , es decir, la dispersión en el vidrio flint es más o menos la doble de la dispersión en el vidrio crown.

Por tanto, si a una lente convergente de crown se le adosa una divergente de flint, pero de doble distancia focal, ésta anula la dispersión cromática producida por la lente convergente, pero sin cambiar por completo el carácter del sistema, que siempre queda convergente, aunque la convergencia, se halle reducida más o menos a la mitad. Por eso se dijo al principio que las lentes de las miras son dobles.

El defecto que la dispersión en las lentes produce para la visión clara, se conoce como cromatismo o aberración cromática. Si se deja subsistir tal defecto, se formarían imágenes confusas, bordeadas de colores. Muchas veces hemos mirado a través de scopes, miras o binoculares, donde, el borde del campo visual, y los bordes de la imagen, aparecen con colores. Esta es la causa. Todo sistema óptico que se halla corregido para esta aberración se llama *acromático*.

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



Cuando se quiere conseguir un sistema acromático, se emplean dos lentes de diferentes clases de vidrio ( técnicamente: de diferentes índices de refracción) una convergente de crown, y una divergente de flint, pegándolas, o haciendo contacto.

Como el vidrio flint tiene un poder de dispersión mayor que el crown, es posible eliminar la dispersión producida, consiguiendo realizar (además de la reducción de la aberración esférica) una combinación cromática, con potencia menor que la lente convergente simple.

Por eso los objetivos ( que generalmente no superan las 5,5 dioptrías) las lentes del par inversor, en algunos modelos la lente de campo, y la lente del ojo del ocular, en los visores de calidad, son todos dobletes acromáticos. Por esta razón dijimos al principio que una mira telescópica, podía funcionar con 5, de mínima y con 10 u 11 lentes de máxima. Todo depende de la calidad que el fabricante quiera darle a su producto. La corrección de esto se hace combinando lentes de diferentes cristales de acuerdo al índice de dispersión cromática calculado por Ernst Abbe un físico socio de Carl Zeiss y de Otto Schott. Podemos escribir un libro sobre ellos. NINGUNA fabrica seria en el mundo fabrica sus cristales para cualquier tipo de aparato sin tener en cuenta el comúnmente llamado en óptica “numero de Abbe” (índice de dispersión cromática)

### **Viñeteo**

El diafragma que de modo diferente detiene los haces de rayos axial e inclinados y a veces solo influye en el haz inclinado, se denomina diafragma de viñeta. Habitualmente las monturas de las lentes de las miras telescópicas funcionan como diafragma de viñeta. La presencia del primer diafragma hace que el segundo no juegue el papel de diafragma de abertura. Como resultado del viñeteo, disminuye el área de la sección del haz inclinado de rayos.

*El cociente del viñeteo de aberración no depende del tamaño de la pupila de entrada, (o sea del diámetro de la lente objetivo) error muy repetido por especialistas de teclado, sino del valor del ángulo visual y del tamaño de la imagen.*

Las monturas de las lentes causan viñeteo que disminuyen el área de la sección de rayos inclinados, como se ha dicho, al calcular el sistema óptico se calculan las alturas de los rayos de luz en todas las superficies de la lente, de manera de establecer los diámetros útiles que aseguren el pasaje de los rayos. Miras baratas de grandes objetivos tipo 56 mm. Deben reducir el paso de luz dentro de la mira a no mas de 3.mm, lo que desmitifica en parte que grandes diámetros de tubo en una mira, la hacen mas luminosa.

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



### **Distorsión**

La aberración que se revela como la alteración de la semejanza entre el blanco y la imagen, se denomina distorsión. Esta no influye en la nitidez de la imagen, sino que causa la deformación de la imagen, por ejemplo una recta se ve como un arco, por decirlo exageradamente y que se entienda. El sistema óptico libre de distorsión se denomina ortoscópico. La distorsión puede ser positiva (en forma de almohadón) o negativa (en forma de barrilete)

### **Coma**

La violación de la simetría de la estructura del haz inclinado de rayos en el espacio imagen recibe el nombre de coma. La aberración de coma se revela por la falta de nitidez de la imagen del punto y se caracteriza por la asimetría de la mancha de difusión respecto al plano sagital. Este tipo de aberración es propio de los haces anchos de rayos por eso las miras mediocres deben limitar el ancho del haz de rayos que pasan por sus lentes interiores.

Lo mismo que en el caso de la aberración esférica, la causa fundamental del coma es la curvatura de la superficie de las lentes. Pero en el haz axial, sobre y bajo el eje óptico, hay simetría completa en condiciones de refracción, mientras que en el haz inclinado de rayos esta simetría no existe. Por esta razón, las partes superiores e inferiores del haz respecto al rayo principal se refractan con desigualdad (asimétricamente) y crean diferentes errores. Por ejemplo, los rayos inferiores se refractan más fuertemente, y los superiores, más débilmente, esas miras son las que solo se ve medianamente bien por el centro, si uno pretende ver una imagen por la periferia la misma es deplorable.

Para determinar la aberración de coma de la mira, se examina la marcha de muchos rayos inclinados que pasan por la pupila de entrada, es decir su lente objetivo. Si producimos la inclinación de la lente como para obtener el defecto de astigmatismo, observaremos, cuando los haces incidentes sean rayos marginales únicamente, que producen imágenes de raras figuras muy semejantes a colas de cometa por lo cual este defecto ha sido denominado coma. Puede decirse entonces que el coma es el astigmatismo de los rayos marginales que emergen de una lente convergente. (coma de la palabra griega coma que significa *cola de cometa*)

### ***Astigmatismo***

Se llama astigmatismo el fenómeno que consiste en que los rayos de un haz de luz inclinado infinitamente estrecho, que van cerca del rayo principal en los planos meridional y sagital, después de refractarse en el sistema óptico, no se reúnen en un solo punto, ya que los rayos que van por el plano meridional se reúnen en un punto, y los que van por el sagital, en otro.



**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



A cada giro distinto de la lente o sea a cada nueva posición del punto objeto sobre el plano perpendicular al eje, corresponderá otro par de cortas líneas imagen perpendiculares entre si. La representación gráfica de estos distintos pares de líneas nos revela enseguida que las mismas no se hallan sobre planos de imagen sino sobre superficies curvas, las que se tocan sobre el eje óptico en un punto que correspondería a un giro cero de la lente. Este defecto se denomina error de curvatura astigmática. Objetivos mal tallados colocados en miras con corrección de paralaje frontal causan efectos desastrosos

Podemos decir entonces que el astigmatismo de una lente se manifiesta en dos sentidos: Produce en primer lugar como imagen dos líneas perpendiculares entre si y en segundo lugar, forma una imagen nítida del objeto sobre una superficie curva en vez de plana. Se necesitaría entonces una placa curva para obtener la imagen nítida de un objeto.

(astigmatismo, derivado del prefijo griego “a” que significa no y de la palabra “stigma” que significa punto)

***Luminosidad (claridad superficial)***

*Para que la imagen del blanco formada por una lente objetivo de una mira tenga un alto grado de claridad y nitidez, sería deseable que todos los rayos luminosos emitidos por el mismo (blanco) e incidentes sobre una lente concurrieran a la formación de la correspondiente imagen. Pero esto no se verifica nunca matemáticamente, así que los rayos emitidos por un punto objeto son reunidos por la lente en puntos diferentes del espacio imagen. Si nos limitamos a utilizar rayos que forman ángulos muy pequeños con el eje (ángulos paraxiales), las distintas imágenes producidas por un determinado punto objeto difieren muy poco en su situación, de modo que el ojo humano tiene la impresión de un solo punto imagen, lo que equivale a decir que la imagen resulta nítida.*

*Es por lo tanto necesario introducir diafragmas que limitan los haces de rayos emitidos por los objetos (diafragmas de rayos) y otros diafragmas (diafragmas de campo) que limitan los puntos objetos mismos que se observan, con lo cual se consiguen imágenes más perfectas.*

*Los diafragmas pueden consistir en las monturas mismas de las lentes, o ellos pueden ser láminas metálicas, perpendiculares al eje, con aberturas circulares, cuyos centros se hallan sobre dicho eje. Una arandela de ala ancha para decirlo en criollo.*

*Los diafragmas de rayos pueden estar colocados delante, detrás o en el interior del sistema óptico, mientras que el diafragma de campo debe situar se siempre en el plano de la imagen real formada por el sistema óptico. y solo existen dentro de la mira telescópica dos lugares*

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



*físicos donde eso sucede, en el foco de la lente objetivo y en el foco del sistema ocular, por eso existen miras FFP y SFP pues el retículo SOLO puede colocarse en puntos donde alguna lente haga foco y produzca una imagen real.*

*Cuando el objeto no es un punto objeto (como ser una estrella), sino un elemento superficial de alguna extensión, (ciervo, chanco, blanco, etc.) la relación que se cumple es la siguiente:*

$$C = c_2 / c_1$$

*En tal caso conviene comparar las cantidades de luz que recibe una unidad superficial de la retina en el caso de usarse la mira con el otro de observarse a ojo desnudo. De acuerdo con tal idea, establecemos la siguiente definición de la claridad o luminosidad superficial de la mira:*

*Llamase claridad, luminosidad superficial o simplemente claridad o luminosidad de una mira (C) a la razón que existe entre la cantidad de luz ( $c_2$ ) recibida por una unidad superficial de la retina al observar el objeto por medio de la mira, y la cantidad de luz ( $c_1$ ) a la misma unidad de la retina al observar con ojo desnudo.*

*Si bien existe una forma de calcular la pupila de salida, que es la siguiente:*

*Diámetro de la lente objetivo / cantidad de aumentos*

*Y es bien conocido por los cazadores y tiradores que este resultado debe dar lo más cercano a 7,14 este valor no representa exactamente la realidad, dado que aunque la pupila de salida tenga ese valor, la iluminación por área de superficie puede no satisfacer la ecuación y la explicación que dimos arriba. El concepto es de gran importancia práctica y sirve generalmente para calificar la luminosidad de una mira telescópica.*

*Pero, sabemos por lo visto anteriormente, que esa luminosidad no es la real, la verdadera, debido a las pérdidas de luz que los rayos luminosos sufren en su pasaje a través de las lentes, Con cada entrada de un rayo luminoso del aire al vidrio, una pequeña parte de su luminosidad se pierde por reflexión. Lo mismo ocurre en su salida, pudiendo estimarse en 5 % a "grosso modo" la pérdida de luz sufrida por el rayo luminoso en su pasaje del aire al vidrio sin AR y viceversa. Con más aproximación podemos decir:*

*9 % de pérdida para 2 superficies de vidrio en contacto con aire.*

*17 % de pérdida para 4 superficies de vidrio en contacto con aire.*

*25 % de pérdida para 6 superficies de vidrio en contacto con aire.*

*32 % de pérdida para 8 superficies de vidrio en contacto con aire.*

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



*A esta pérdida por reflexión debe agregarse la de absorción, obteniéndose así una reducida intensidad de iluminación total remanente en el sistema óptico, en el supuesto de tratarse siempre de iluminación de la parte central, o sea de objetos en la proximidad del eje óptico. Estos porcentajes se ven ampliamente modificados en lentes con AR.*

*De aquí la importancia de los tratamientos antirreflejos, ya que estos aumentan la transmitancia de luz, justamente por reducir la reflexión. Sin embargo no debemos olvidar que el ojo humano tiene una gran insensibilidad a las variaciones de intensidad lumínicas, es por ello que a pesar que la reducción en un sistema de por ejemplo, 6 lentes, llega a un 25%, no se aprecia mayor diferencia de iluminación entre la parte central y el borde. (siempre hablando de lentes “blancas” es decir sin AR ¿y porque no pongo los porcentajes reales de transmitancia? bien, por la simple razón que cada fabrica realiza formulaciones muy diferentes en los tratamientos AR, para lograr diferentes transmisiones de flujo lumínico.*

*Si el diámetro de la pupila del ojo, es mayor que el de la pupila de salida del sistema telescópico, la iluminación subjetiva de la mira disminuirá considerablemente en comparación con la observada a simple vista (en razón de los cuadrados de los diámetros de la pupila de salida de la mira y de la pupila del ojo).*

*Por eso es importante igualar el diámetro de la pupila de salida del aparato al de la pupila del ojo. En consecuencia NO es verdad que cuanto mayor sea la pupila de salida de una mira telescópica, mayor será su luminosidad, ya que en este caso la información contenida fuera de un poco más de 7-7,14mm. No será plasmada en imágenes en la retina. (hay que recordar que los rayos del ocular emergen en forma paralela)*

*El aumento visual de un sistema óptico que cumple con este requisito, recibe el nombre de aumento normal. Tal aumento se utiliza comúnmente en las miras y binoculares que se emplean con condiciones deficientes de luz, por ejemplo los binoculares 7X50 (pupila de salida igual a 7,14) o las miras 6X42 y 8X56 (pupila igual a 7), y en las variables de todo tipo cuando se hacen coincidir estos parámetros al elegir el aumento de acuerdo al diámetro del objetivo.*

*Lo que sucede en algunos casos, es que, cuanto mayor sea la pupila de entrada (lente objetivo) mayor cantidad de luz ingresará al sistema. Hay que recordar que todas estas consideraciones se hacen en base a instrumentos de calidad, ya que, una mira con relación 8X56 “del montón”, que no tiene corregida las aberraciones, con antirreflejos deficientes, combinaciones de vidrios que no son correctas, etc, etc, necesitará ser diafragmada en su*

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



*interior a valores ridículos para conseguir una imagen aceptable (generalmente entre 2 y 3 mm.) por lo tanto de nada vale que posea una pupila de entrada exageradamente grande, ya que no rendirá más que una con relación 4X15 o 4X20 de mediana calidad sea fija o variable.*

***Forma de las lentes***

*Ya hemos visto que una mira está compuesta por un conjunto de piezas ópticas (lentes) cuya disposición mutua se calcula. Las superficies de estas lentes (donde los rayos se refractan y reflejan) pueden ser esféricas y asféricas. En las miras telescópicas predominan las lentes esféricas, pero ya sabemos que dichas superficies, causan ciertos problemas en la imagen, cuyas correcciones y eliminación lleva al aumento del número de superficies, es decir, complica el sistema.*

*Los sistemas ópticos se pueden simplificar sustituyendo las superficies esféricas por superficies asféricas. Las superficies asféricas con simetría axial pueden ser de dos tipos: superficies de órdenes superiores y superficies de segundo orden. Las secciones de las superficies de segundo orden que son las que se utilizan para las lentes de las miras, tienen el mismo radio de curvatura en los vértices. Para dar una idea mejor acabada de la diferencia entre esféricas y asféricas, digamos que una lente esférica es un casquete de esfera, perfectamente redondo, perfectamente centrado y con todos sus radios iguales, y una asférica, tiene el perfil de una elipse, una hipérbola o una parábola, entre otras.*

*El empleo de este tipo de superficies comunica a los sistemas ópticos ventajas muy considerables, con respecto a los que están fabricados con superficies esféricas, pero el sistema de fabricación y de control de tales superficies los hace mucho, pero mucho más caros. Las más sencillas y por lo tanto, las que con más frecuencia se utilizan, son las superficies asféricas de segundo orden (elipsoide, paraboloides, hiperboloides).*

*No solo radica el precio de una mira en el tallado y control, sino que el cálculo para el fabricante de miras, que utilizan este tipo de superficies, es mucho más complejo, y ni hablar del tallado de dichas superficies y el control que llevan. Lograr que un sistema telescópico, como el de las miras, formado por este tipo de lentes, funcione a la perfección en todo sentido (nitidez, iluminación, centrado, corrección de defectos, etc.) no es algo sencillo.*

*Bien, se que escrito algunas cosas suenan un poco complicadas pero verlas con gráficos, viéndolo en vivo, tocando el material didáctico y explicándolas en el pizarrón como hago en los cursos no resulta tan así, hasta se pueden salvar las pequeñas barreras idiomáticas, pues hasta los italianos se sorprendieron y me entendieron en los últimos cursos que di allí en el mes de Septiembre del 2016*

**Asociación de Tiro de Precisión a Larga Distancia  
Long Range  
De la República Argentina**  
(Resolución Inspección General de Justicia Nº 1455)



*Este somero pantallazo sobre las miras telescópicas creo que ayuda un poco a definir y saber porque hay miras muy caras y otras muy baratas y otras que pregonan virtudes que no poseen, pero que un ojo entrenado puede fácilmente detectarlas conociendo algo y verificando varias cosas de las aquí expuestas. Buenas observaciones y mejores tiros!!*

***Profesor Salvador Daniel Patti***

***Licenciado en Óptica Oftálmica***

***Universidad de Morón***

***Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales***

***Departamento de Óptica***

***Cátedra de Física General***

***Cátedra de Óptica Física***

***Prof. A cargo de los laboratorios de Interferometría, Radiación Laser y Visión Nocturna***

***Facultad de Derecho, ciencias políticas y sociales***

***Carrera de Criminalística***

***Cátedra de Física I***

***Cátedra de Física II***

