

VISION NOCTURNA NO ASISTIDA EN AVIACION

Autor: C.D.E. (S) Raúl BERRIOS Silva

I. INTRODUCCION

La visión es indudablemente el sistema sensorial más importante que tiene el ser humano, inserto en su ambiente natural diurno, por cuanto le permite relacionarse con precisión con su entorno. Es así como su agudeza visual central le permite obtener información de detalle y en colores; de su visión periférica, captar una orientación correcta de horizonte y; de su visión binocular, captar con exactitud la sensación de profundidad. Esto es aún más aplicable en el ambiente de la aviación, por cuanto además de las características descritas, en situaciones nocturnas o carentes de referencias visuales, los equipos tecnológicos desarrollados para enfrentar esta situación fueron fabricados precisamente para ser interpretados por el sistema sensorial visual.

No obstante lo anterior, como se ha señalado en capítulos anteriores, la visión sufre de ilusiones y no garantiza una eficiencia absoluta puesto que habitualmente, durante las actividades aéreas o militares en general, se encuentra sometida a condiciones límites de funcionamiento, con especial referencia a aquellas actividades que requieren visión nocturna. Es por esto que se hace necesario enseñar y entrenar a aquellos individuos cuyas actividades requieren de una visión óptima en los aspectos necesarios, para obtener un mejor aprovechamiento de sus capacidades visuales.

II. VISION, ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LA VISION

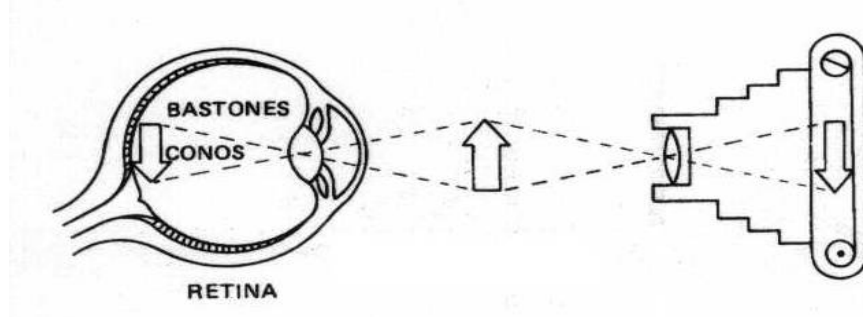
Visión se define como el proceso mediante el cual un estímulo luminoso es aislado e identificado en su forma, tamaño, volumen, color, ubicación en el espacio y movimiento. Esta función la cumple el sistema visual, cuyas estructuras componentes son: globo ocular, vía óptica, musculatura accesoria, párpados, sistema lagrimal, órbita y finalmente, el área visual occipital del cerebro.

- La vía óptica permite la conducción del estímulo luminoso del globo ocular hasta el cerebro.
- La musculatura accesoria permite los movimientos de los ojos para seguir un objeto y enfocar.
- Los párpados brindan protección ante cuerpos extraños, exceso de luz y traumatismos.
- El sistema lagrimal produce las lágrimas que lubrican y protegen al ojo.
- La órbita brinda protección mecánica contra traumatismos.
- El área visual occipital es la parte del cerebro que interpreta el estímulo luminoso como sensación.
- EL GLOBO OCULAR es el órgano de la VISION que capta el estímulo luminoso.

Para "ver" se requiere la presencia de luz que al reflejarse sobre un objeto, va a penetrar a través de las estructuras transparentes del ojo hasta llegar a la retina. Este proceso es comparable a lo que se produce en una cámara fotográfica en que la luz atraviesa un lente y el diafragma, hasta llegar a impresionar la película. (Figura N° 1).

La retina posee las células especializadas, conos y bastones, encargadas de captar la información luminosa que será transmitida por la vía óptica hasta el área visual cerebral, zona que finalmente da la sensación de visión, por lo tanto, es el cerebro el que verdaderamente "ve".

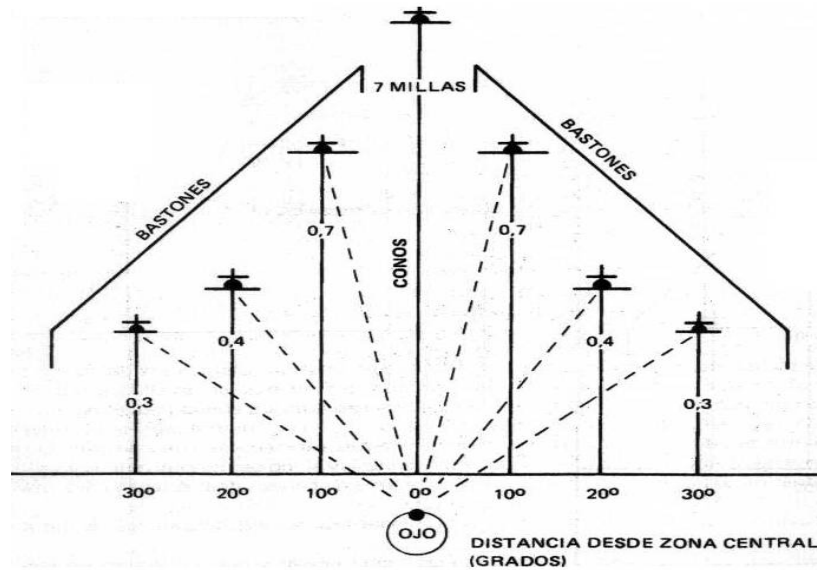
FIG. N° 1 COMPARACION DEL OJO CON CAMARA FOTOGRAFICA



Los CONOS se ubican en el área central de la retina; son responsables de la visión diurna y permiten ver colores y detalles finos. No se estimulan a una baja intensidad de luz, por lo que en la noche esta zona de la retina no ve, perdiéndose la visión de detalle y colores.

En condiciones de baja intensidad luminosa actúan los BASTONES que se distribuyen en la retina periférica; sólo permiten la visión de sombras y bultos sin detalles ni color. Por lo mismo, la agudeza visual va decreciendo a medida que el estímulo es percibido por zonas más alejadas de la zona de los conos o central. (Figura N° 2).

FIG. N° 2 AGUDEZA VISUAL DE CONOS Y BASTONES



III. LIMITACIONES DE LA VISION NOCTURNA

De lo anteriormente señalado se concluye:

- A. La visión en condición nocturna es deficiente en agudeza, no ve colores ni detalles y carece de percepción de profundidad. Todas estas, limitaciones en aviación que conllevan al desarrollo de ilusiones visuales.
- B. Dada la importancia de la visión en condiciones nocturnas, se debe aprovechar de la mejor manera posible la escasa información que se puede obtener. Esto se puede lograr mediante un adecuado entrenamiento.

ENTRENAMIENTO VISUAL.

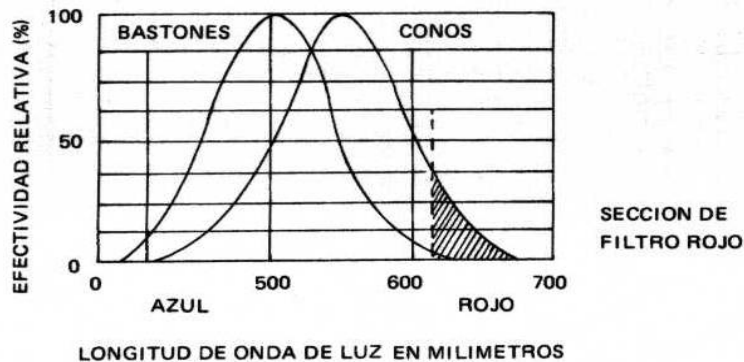
El Entrenamiento visual tiene por objetivo lograr que el piloto sea capaz de aplicar las medidas que le permitan:

1. ADAPTARSE A LA OSCURIDAD

Es la capacidad de acostumbrarse a las condiciones de baja luminosidad, para poder ver. En estas condiciones los conos no se estimulan, sólo se logran estimular los bastones que pueden llegar a percibir intensidades 10.000 veces más débiles que las que requieren los conos. Esta adaptación, que no tiene relación con la calidad de la visión diurna, se logra después de 30 minutos en la oscuridad, tiempo que puede tener variaciones individuales. A continuación se señalan algunas sugerencias prácticas, para facilitar la adaptación a la oscuridad y sus fundamentos:

- **CONSUMIR VITAMINA "A" EN LA DIETA:** Esta vitamina forma parte de la rodopsina, sustancia que poseen los bastones y que participa en el proceso de adaptación. Está contenida principalmente en las verduras y frutas de color, huevos, queso y mantequilla. Se requieren 50.000 unidades diarias de esta vitamina, las cuales pueden estar contenidas en una dieta equilibrada, por lo que no se requiere aporte extra.
- **EVITAR LA EXPOSICION PROLONGADA A LA LUZ INTENSA:** A mayor tiempo de exposición a la luz, mayor es el tiempo requerido para la adaptación. A veces puede tardar horas o días pues tiene efecto acumulativo: Si la exposición es inevitable, se debe usar lentes de sol.
- **SOMETERSE A CONDICIONES DE BAJA LUMINOSIDAD EN LOS MINUTOS PREVIOS AL VUELO:** Idealmente se deben completar los 30 minutos requeridos en la cabina con luces tenues o, en un ambiente iluminado con luz roja o usando gafas rojas. Esto último se explica porque la luz roja, por ser de onda larga (mayor de 650 nm), no alcanza a estimular los bastones sino sólo los conos sensibles al rojo. (Figura N° 3).

FIG. N° 3 EXPLICACION DE LA UTILIDAD DEL USO DE LAS GAFAS ROJAS



- **CERRAR UN OJO SI ESTANDO ADAPTADO SE SOMETE A MAYOR INTENSIDAD DE LUZ:** De este modo sólo se desadapta el ojo descubierto, ya que el proceso de adaptación es independiente para cada ojo.

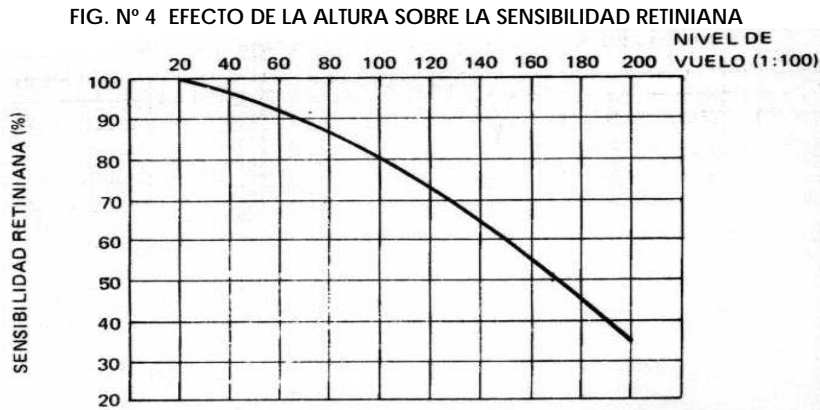
2. MEJORAR LA AGUDEZA VISUAL

La visibilidad de un objeto depende de:

- El tamaño.
- La cantidad y dirección de la iluminación. La agudeza visual aumenta ante mayor cantidad de luz, pero hasta cierto límite, ya que mayores intensidades provocan encandilamiento.
- El contraste con el fondo, que considera brillo y color. Un objeto es menos visible si no se contrasta con el fondo, principio usado en el camuflaje.
- El tiempo que se dedica a buscarlo.
- El grado de adaptación de la retina.
- La condición atmosférica interpuesta.
- Las superficies ópticas interpuestas. A veces las curvaturas del visor y la carlinga pueden provocar distorsión de la visión.

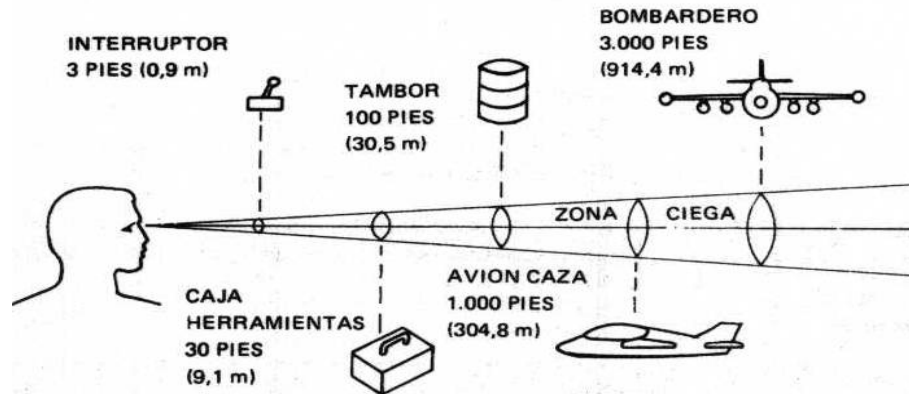
La sensibilidad de la retina en la visión nocturna está condicionada por varios factores que también obligan a tomar algunas medidas para asegurar una mejor agudeza, sobre todo si se consideran las limitaciones en estas condiciones de escasa luminosidad. Las medidas que se aconsejan son las que se describen a continuación:

- **ELEVARSE CON OXIGENO SUPLEMENTARIO:** La hipoxia afecta la sensibilidad retiniana y con ello la agudeza visual y la capacidad de adaptarse a la oscuridad. En condición nocturna esto ocurre desde los 5.000 pies, altura en que la sensibilidad disminuye ya en un 5%, comparable a lo que sucede al fumar tres cigarrillos seguidos. (Figura N° 4).



- **"ESCU德里ÑAR" EL OBJETO CON DESVIACION DE LA MIRADA DE 5 a 10°:** Para evitar caer en la "zona ciega nocturna", que corresponde al área central retiniana de la visión de los conos, que no son estimulados por la baja intensidad luminosa, en condiciones nocturnas se debe evitar mirar directamente a un objeto sino, con mirada desviada en 5° a 10° al lado del objeto. Esta zona ciega se proyecta en el campo visual en forma de cono, el que a distancia se va ampliando llegando a tener a los 3.000 pies de distancia, una sección de 106 pies de diámetro, que puede hacer perder la imagen incluso de un bombardero (Fig. N° 5).

FIG. Nº 5 CONO DE ZONA CIEGA Y SUS EFECTOS A DISTANCIA



- **BUSCAR OBJETOS CON "SALTOS" DE MIRADA:** El horizonte se debe mirar por sectores consecutivos y no en forma de barrido continuo por cuanto, con el barrido no se logra fijación. El ojo no ve todo lo que tiene en su campo visual sino sólo cuando logra fijarlo.
- **MIRAR OBJETO INTERMITENTEMENTE:** Si se mira un objeto en forma fija por 3 a 30 segundos, puede desaparecer la imagen dado que la rodopsina de los bastones se agota al llegar a su equilibrio fotoquímico, dejando de percibir el estímulo, hasta recuperar nuevamente el nivel de rodopsina. Por lo mismo, deben mirarse los objetos en forma intermitente para evitar el agotamiento de la rodopsina.
- **OBSERVAR OBJETO DESDE ANGULO QUE OFREZCA MAYOR AREA Y/O MAYOR CONTRASTE:** En el caso de un avión, si se mira de frente se verá de menor tamaño que si se mira desde arriba, abajo o el costado. El mayor contraste se logra mirando el objeto, si es de color oscuro, sobre un fondo claro (nubes, para lo cual se debe mirar desde abajo, o arena, nieve, para lo cual se mirará desde arriba).
- **CONSIDERAR QUE LAS LUCES AZULES Y VERDES SON MAS VISIBLES EN LA NOCHE:** Por las bajas longitudes de onda del azul y verde, también logran estimular los bastones, claro que en tonalidades grises. Si se logra ver en color, significa que la intensidad fue lo suficiente para estimular los respectivos conos, a lo cual se suma la visión de los bastones.
- **USO DE EQUIPOS ESPECIALES:** Los "Visores Nocturnos", como gafas especiales acumuladoras y amplificadoras de la luminosidad sobre una pantalla de fósforo, que le da el característico color verde, permiten mejorar la percepción luminosa durante la noche, parecido a como se vería en un televisor en blanco y negro, salvo que en este caso sería en tonalidades de verde y negro, con una agudeza visual de hasta 20 / 20 en los equipos más nuevos. Por otra parte, los "sistemas infrarrojos", que captan la radiación térmica de onda larga que emiten los objetos, es ofrecida como imágenes al observador a través de una pantalla de video con muy buena resolución.

3. MEJORAR LA VISION DE PROFUNDIDAD

La visión de profundidad o estereopsis permite el cálculo de distancias y la ubicación de los objetos en el espacio. Esta capacidad visual es útil para distancias cortas no mayores de 600 pies, siendo

importante en aviación durante el despegue, aterrizaje, acoplamiento para reabastecimiento de combustible en vuelo y vuelo en formación. Para distancias mayores, el cálculo de profundidad se basa más que nada en las referencias visuales, que de ser inadecuadas, puede causar una percepción diferente o alterada de la profundidad y provocar ilusiones peligrosas.

Las referencias visuales que se deben considerar, para calcular profundidad y distancias son:

- **TAMAÑO CONOCIDO DEL OBJETO:** Si el objeto es familiar, se puede calcular su distancia según el tamaño que exhiba al observador.
- **PERSPECTIVA Y CONVERGENCIA DE LINEAS PARALELAS:** A mayor distancia, mayor es la convergencia.
- **SUPERPOSICIONES:** Si un objeto es superpuesto por otro, se deduce que está más alejado.
- **JUEGO DE LUZ Y SOMBRA:** Un objeto proyecta una sombra que se aleja del observador si la fuente luminosa está entre ambos o por detrás del observador; a la inversa, la sombra se acerca si la fuente luminosa está por detrás del objeto.
- **PERSPECTIVA AEREA:** Una visión difusa e irregular de un objeto grande indicaría que el objeto está a gran distancia o, que hay interposición de nubes o humo.
- **ASOCIACION CON OBJETOS TERRESTRES:** Si los objetos terrestres son conocidos en tamaño y distancia, es posible concluir las características del objeto observado en relación a ellos.
- **MOVIMIENTOS APARENTES:** Al mirar dos objetos ubicados a diferentes distancias del observador, si se mueve la cabeza en un sentido, el objeto cercano parece moverse en dirección opuesta y el lejano en el mismo sentido del movimiento de la cabeza.

4. MINIMIZAR LAS ILUSIONES VISUALES

Las ilusiones visuales son percepciones visuales de fenómenos no existentes en la realidad. Ocurren de día o noche, siendo más comunes durante la noche debido a la mala agudeza visual y a la falta de referencias adecuadas. A continuación se señalan algunos tipos de ilusiones visuales y la manera de evitarlas o minimizarlas:

- **DESLUMBRAMIENTO (ENCANDILAMIENTO):** Es un trastorno visual transitorio, provocado por la exposición repentina a una intensidad de luz mayor a la que el ojo está adaptado. Este trastorno puede provocar la falsa sensación de "desaparición" del objeto que se estaba mirando y puede demorar desde algunos segundos hasta 2 a 3 minutos en recuperarse. Se puede evitar cerrando un ojo, con lo cual sólo se encandila un solo ojo.
- **FENOMENO AUTOKINETICO:** Al mirar fijamente una luz tenue sobre fondo oscuro parece moverse, esto debido al movimiento constante e imperceptible del ojo al tratar éste de enfocar la luz. Se puede evitar aumentando la intensidad de la luz, aumentando su tamaño, aumentando la cantidad de luces de referencia o evitando mantener fija la vista sobre ella.
- **MOVIMIENTO RELATIVO:** Es la sensación de movimiento o aceleración propio que se tiene cuando en realidad es el objeto contiguo el que se está moviendo o variando su velocidad. El ejemplo más claro es el de dos trenes en una estación.
- **HORIZONTES FALSOS:** La ausencia de referencias nítidas del horizonte terrestre, induce a interpretar cualquier plano inclinado liso, como por ejemplo una capa de nubes o desierto plano, como la horizontal, induciendo al piloto a alinearse según este plano. Se evita haciendo uso adecuado de los instrumentos.
- **CONFUSION DE LUCES:** En noche oscura se pueden confundir luces tenues de la tierra por estrellas y a la inversa. Se evita en parte usando los instrumentos.

- **FALSAS IMAGENES EXTERIORES:** Manchas en los parabrisas, carlingas o visores, aunque sean de pequeño tamaño, pueden proyectar en el campo visual la falsa imagen de objetos de mayor tamaño. Se evita manteniendo limpios estas superficies. También se pueden producir falsas imágenes por el reflejo de las luces de los instrumentos en la cara interna de la carlinga. Se evita manteniendo una iluminación débil y difusa en el interior.

V. COMENTARIO

Se han revisado algunos conceptos básicos de anatomía y fisiología de la visión diurna y nocturna, haciendo especial referencia a las limitaciones en condiciones de baja luminosidad. Concientes de la necesidad de mejorar el desempeño visual en la noche, se señalan algunas medidas referidas al entrenamiento visual.

El lograr una buena agudeza visual puede ser fácil, pero su aplicación en forma eficiente no la logrará el que vea mejor, sino aquel que reconozca sus **limitaciones** y respete las **normas**.