



"CONTROL DE VISION CROMATICA DEL
PERSONAL AEREAUTICO EN GUATEMALA"

ROBERTO RODAS ALBUREZ

GUATEMALA, MARZO DE 1980

INDICE

CONTROL DE VISION CROMATICA DEL PERSONAL AEREONAUTICO EN GUATEMALA

- 0.- INTRODUCCION.
- 1.- CAPITULO PRIMERO: EL PROBLEMA.
 - 1-1. Naturaleza del problema.
 - 1-2. Uso de colores en aviación civil.
 - 1-3. Visión cromática.
 - 1-3-1. Teorías
 - 1-3-2. Origen
 - 1-3-2-1. Hereditarias
 - 1-3-2-2. Adquiridas
 - 1-3-3. Clasificación de las anomalías.
 - 1-3-4. Incidencia.
- 2.- CAPITULO SEGUNDO: DIAGNOSTICO.
 - 2-1. Pruebas de visión cromática
 - 2-1-1. Prueba de colores espectrales
 - 2-1-2. Prueba de colores pigmentarios
 - 2-1-3. Pruebas vocacionales.
 - 2-2. Importancia del diagnóstico.

3. CAPITULO TERCERO: TEST DE ISHIHARA.

- 3-1. Introducción.
- 3-2. Como se usa el Test.
- 3-3. Descripción y explicación de las láminas
- 3-4. Interpretación de los resultados
- 3-5. Cuidado de las láminas
- 3-6. Respuestas para cada lámina

4. CAPITULO CUARTO: EL ESTUDIO

- 4-1. Planteamiento del problema
- 4-2. Antecedentes del estudio
- 4-3. Metodología:
 - 4-3-1. Finalidad.
 - 4-3-2. Instrumento
 - 4-3-3. Sujetos
 - 4-3-4. Muestra
 - 4-3-5. Procedimiento de análisis.

4-4. Resultados.

5. CONCLUSIONES.

6. RECOMENDACIONES.

7. BIBLIOGRAFIA.

8. ANEXO.

CONTROL DE VISION CROMATICA DEL PERSONAL
AEREONAUTICO EN GUATEMALA

0.- INTRODUCCION

Hay dos principios esenciales en la apreciación de la aptitud psicofísica de un solicitante para desempeñar funciones aereonáuticas que son: el solicitante deberá estar física y mentalmente capacitado para desempeñar las funciones correspondientes a la licencia o habilitación que solicita o posee; y, no deben existir deficiencias psicofísicas que puedan hacer que el solicitante se llegue a ver incapacitado mientras desempeña sus funciones, hasta el punto de poner en peligro la seguridad de vuelo.

Basándose en dichos principios, el objetivo principal de este trabajo es proporcionar conceptos de orientación acerca de como Aereonáutica Civil de Guatemala, investiga y da cumplimiento a estos principios en lo relacionado con el Control de visión cromática, las pruebas en uso actual, y el test de Ishihara en particular.

La elección del color rojo y verde como colores de señales, tuvo su origen en la dificultad técnica que existió en el pasado, para hacer del azul un color de señal de brillantez adecuada. El cristal rojo deja pasar el diez por ciento de la luz que hay detrás de él, y el verde más aún; pero el cristal azul tan solo deja pasar el cuatro por ciento y el color amarillo no sirve, porque hay estados de luz en que dicho color no se advierte. Hoy en día esta desafortunada selección del rojo y el verde como colores de señales en todos los sectores de tránsito, no puede por razones prácticas, cam-

biarse; puesto que la asociación del rojo con "ALTO" y verde con "SIGA" esta arraigado profundamente en el patrón de comportamiento convencional de tránsito en todo el mundo. Si esta codificación de color en particular no hubiese sido introducida en la aviación, los requisitos de percepción de los colores no tendrían que haber originado el rechazo de una proporción entre un cuatro al ocho por ciento de solicitantes, con lo cual se creó un mundo aparte para aquellos individuos que presentan alguna alteración en la percepción cromática.

El uso creciente de las codificaciones de colores, sin embargo, no impide que se siga haciendo esfuerzos para modificar las especificaciones de color y por ende para los colores que se utilizan en la aviación puedan ser distinguidos por individuos con alteración en la percepción cromática. Pero hasta que estos esfuerzos se vean coronados con el éxito, el problema de estos individuos continuará siendo significativo, a menos que se elimine toda información codificada mediante colores, y que ello pueda estar de acuerdo con el desempeño seguro de las funciones operativas de aeronavegación.

1. CAPITULO PRIMERO: EL PROBLEMA

1-1. Naturaleza del problema:

El color es un factor importante en la adquisición de la cantidad total de información visual necesaria para la realización de las actividades aeronáuticas. La percepción de los colores tiene para el piloto aviador una importancia universalmente reconocida ya que precisa distinguir luces de color en el aeródromo, luces de navegación en las aeronaves, así como otras señales cromáticas de vuelo en general. Además, es importante distinguir el color característico del terreno sobre el que se está volando para el caso de un aterrizaje de emergencia. Cuando se asciende, la perspectiva de la tercer dimensión se pierde gradualmente y en tales circunstancias se depende cada vez más de la visión cromática para identificar las características del terreno y poder percibir una visión estereoscópica del mismo.

1-2. Uso de colores en aviación civil:

Las codificaciones de colores vigentes en la aeronavegación internacional destacan mas aún la importancia de una información visual correcta. En el cuadro No. uno del anexo, se resumen todos los colores utilizados en aviación civil, cierta información se utiliza solamente durante la noche, y otra en la aviación mas avanzada: aviación militar o pilotos de prueba; sin embargo toda rama de la práctica aeronáutica enfrenta la función de discriminación de colores.

La Organización de Aviación civil internacional (OACI), estipula: "se exigirá que el solicitante de muestre que puede distinguir fácilmente los colores cuya percepción es necesaria para desempeñar con seguridad sus funciones". Ello se fundamenta en que la vida de muchas personas pueden depender de la seguridad de la distinción de colores.

Y en lo que respecta al desempeño seguro de las funciones aeronáuticas, el concepto de SEGURO FRENTE A LOS COLORES no puede expresarse únicamente en términos fisiológicos sin una definición operativa explícita de la codificación de un color determinado o los requisitos mínimos para la percepción de colores especificados. La determinación práctica -de seguro frente a los colores- es un método de alternativas, en el cual deben considerarse todas las condiciones posibles. Si se utiliza una sola prueba, como en el presente trabajo, esta debe especificar la condición limitante verdadera de todas las funciones operativas requeridas.

1-3. Visión cromática:

El ojo humano no es capaz de percibir todas las radiaciones electromagnéticas, ellas son:

- Ondas electromagnéticas largas.
- ondas de telegrafía sin hilos.
- ondas de telefonía sin hilos.
- rayos infrarojos o caloríficos.
- luz roja.
- luz violeta.
- luz ultravioleta.

- rayos X; y
- rayos gama

El ojo humano solo percibe la luz visible, que constituye una reducida región del conjunto de radiaciones llamadas ondas electromagnéticas.

A cada color le corresponde una longitud de onda, así el rojo tiene mayor longitud de onda que cualquiera de los otros colores del espectro, mientras que el violeta es el que tiene menos longitud.

Por considerar conveniente para el presente trabajo conocer la visión cromática -teorías, origen y clasificación de las deficiencias- estas se consideraran brevemente a continuación:

1.-3-1. Teorías:

La visión de los colores es uno de los aspectos mas interesantes y debatidos de la sensibilidad ocular. Es función del ojo adaptado a la luz y depende de los conos retinianos. Cuando la iluminación se reduce gradualmente los objetos pierden el color según un orden determinado: rojo, amarillo, verde y azul. Como cualquier otra función visual, la percepción de los colores está limitada por una serie de umbrales; el nivel de adaptación, el contraste, la brillantez y el tiempo de exposición también son factores críticos para la percepción cromática. En la semioscuridad, los colores dejan de percibirse y solo se distinguen matices de gris, negro y blanco azulado, informaciones que son suministradas por los bastoncillos.

Las alteraciones en la percepción cromática son conocidas desde la antigüedad, pero fue en 1794, cuando se llamó la atención sobre este problema a partir de la lúcida descripción del químico John Dalton, sobre su propio caso y el de un hermano suyo. Fue tan brillante esta descripción y causó tanto impacto que por mucho tiempo se ha denominado "daltonismo" al hecho de presentar deficiencia en la percepción cromática.

Young-Helmholtz señalaron que en los conos retinianos existen tres sustancias sensibles al rojo, al verde y al azul que al ser estimuladas dan la sensación de diferentes colores. Las personas que tienen estos tres pigmentos se llama denominan "TRICOMATAS". Según esta teoría cada receptor soporta alguna sensación lumínica y alguna sensación cromática (brillo y tono del color).

Edwal Hearing, afirmó que el blanco y el amarillo no son sensaciones de color compuestas sino que son colores puros y elementales al igual que el rojo, el verde, y el azul, así como también el negro. Hearing sostenía también que la naturaleza de la visión de los colores se encuentra en el "apareamiento" aparente de sensaciones de color opuestas: el azul con el amarillo, el rojo con el verde, y el blanco con el negro.

Se ha encontrado bajo microscopía electrónica que todos los colores son idénticos anatómicamente. Pero estudiando los pigmentos, dos grupos independientes de investigadores, han determinado recientemente que los aspectos diferenciales de conos huma-

nos y de monos, dan la evidencia inequívoca de la existencia de tres diferentes tipos de conos con respuesta diferente a la microespectrofotometría, confirmando de esta forma la Teoría de Young-Helmholtz.

Por otra parte, siguiendo la investigación de la neurofisiología del color, e insertando microelectrodos en las fibras del nervio óptico, se ha encontrado que la descarga retineal se puede formular en base al "concepto modular dominador", hallándose dos clases generales de fibras nerviosas: dominadoras que transmiten la señal de "luminancia" -brillo- y las moduladoras, que transmiten la señal de "crominancia" -tono-. Este tipo de señales sería codificada en la primera "estación nerviosa" para ser transmitida después al cerebro. La pista de lo que sucede en esta estación nerviosa se conoció al insertar microelectrodos en el "cuerpo Geniculado externo" del mono macaco, mientras se estimulaba la retina con luces monocromáticas; encontrándose que a este nivel, el código final viene a corroborar la teoría de los opuestos de Hearing, ya que se encontraron seis tipos de células agrupadas en tres pares. El primer par lleva la información de luminancia: blanco-negro; y los segundos y terceros pares la luz amarilla-azul y rojo-verde respectivamente. De aquí se concluye que a nivel de la retina se analiza la percepción de color de acuerdo a los postulados de la teoría de Young-Helmholtz, y que la información se codifica conforme a la teoría de Hearing en el cuerpo geniculado externo. La Alteración de la visión cromática, generalmente afecta a ambos ojos, pero las funciones de los ojos son normales.

1-3-2. Origen:

Las alteraciones en la percepción cromática pueden ser de dos diferentes orígenes:

1-3-2-1: Hereditarias: que se manifiestan como ligada al sexo -autosómicas-, son de tipo recesivo, la alteración se encuentra en dos pares de genes existentes en la porción no homóloga del cromosoma, lo cual explica la mayor incidencia en hombres y el hecho de su rareza en la mujer, la que generalmente actúa sólo como portadora. Dos son las características principales de esta alteración: el defecto es -portado por mujeres y exhibido por los hombres y los hombres afectados pueden transmitir el defecto a sus hijas. La hembra con sus dos cromosomas "x" debe poseer el gene defectuoso en cada cromosoma "x" para que tenga alteración de la percepción cromática en forma recesiva. Ya que la frecuencia de este tipo de alteraciones es baja, del cuatro al ocho por ciento, las probabilidades de dos cromosomas "x" afectados al mismo tiempo son escasas, por lo tanto las alteraciones en la visión cromática son extremadamente raras en las mujeres. Para que la mujer tenga defecto de la visión cromática, tiene que llevar un par de genes homólogos anormales y esto es sumamente raro. Las alteraciones en la percepción cromática hereditarias, son incurables.

1-3-2-2: Adquiridas: Es frecuente encontrar alteraciones de la percepción cromática en diversas enfermedades oculares sistémicas que afectan la retina, las vías ópticas o la corteza cerebral visual, como son la esclerosis múltiple, neuritis óptica, anemia perniciosa, leucemia, deficiencia vitamínica, diabetes, Hipertensión arterial, ictericia, traumatismo craneo-encefálico y casos de ambliopatía tóxica, provocada por el bisulfuro de carbono, plomo, algunos antibióticos, iodoformo, acetato de talio, tabaco y alcohol.

1-3-3. Clasificación de las anomalías:

La falta de percepción de un color fundamental es denominado DISCROMATOPSIA, la cual ha recibido una clasificación orientada en la teoría de Young-Helmoltz ya que el principio trivalente de la visión cromática, es el universalmente aceptado. La ausencia de toda percepción coloreada se denomina acromatopsia.

Las anomalías, se clasifican pues atendiendo a la ausencia o deficiencia de percepción cromática:

Ausencia:

Si nos referimos al rojo, esta afección es conocida con el nombre de protanopia o anomalía de DALTON.

Si nos referimos al verde, la afección se denomina deuteranopia, es conocida también como anomalía de NAEGEL.

Si nos referimos al azul, esta afección es conocida con el nombre de tritanopia, extremadamente rara.

Deficiencia:

La referida al rojo se llama protanomalía

La referida al verde se llama deuteranomalía

La referida al azul se llama tritanomalía.

La principal característica de los individuos con alteraciones en la percepción cromática comparado con el observador normal, es la confusión de un color.

En la protanopia y la protanomalía, se encuentra desplazado el punto de máxima brillantez hacia el extremo rojo del espectro por lo que los colores amarillos parecen rojos y los verdes, amarillos; existe además una pérdida de la percepción de brillantez en el extremo rojo del espectro, por lo que ésta área es invisible para individuos que no ven las luces rojas poco luminosas o lejanas.

En la deuteranopia y deuteranomalía, - existe dificultad en la discriminación de la parte verde del espectro, particularmente cuando los colores

son insaturados; además al tener desplazado su punto de máxima brillantez hacia el azul, al observar verdes saturados, estos los perciben como insaturados y consecuentemente pueden confundir las luces incolores (blancas) y en los casos severos, llegar a confundir el rojo con el verde.

La tritanopia y tritanomalía son tan raras que carecen de importancia clínica para el presente trabajo.

1-3-4. Incidencia:

La incidencia de estos defectos en la población caucásica es en general del 8.2% para los varones y del 0.43% para las mujeres. En estudios efectuados en países latinos (México), el porcentaje varía del 4.7% al 7.7%.

2. CAPITULO SEGUNDO: DIAGNOSTICO:

2-1. PRUEBAS DE VISION CROMATICA:

El examen de la visión cromática, para el estudio y diagnóstico de las discromatopsias se realiza mediante el uso de pruebas, que se clasifican en la forma siguiente:

2-1-1. PRUEBAS DE COLORES ESPECTRALES:

En las que se emplean luces, y en un subgrupo de estas pruebas, al sujeto se le presenta una luz de determinado color, la que debe igualar, mediante la mezcla de otras luces -haciendo uso de un anomaloscopio-. El diagnóstico se hace basándose en la proporción y número de luces que el sujeto empleó para igualar la luz de muestra. En otras pruebas de este tipo, el sujeto debe nombrar el color que se le presenta mediante una linterna o filtros coloreados -Edrije-Green por ejemplo- o los colores que se le muestran con una pistola de señales desde las torres de control de tránsito aéreo ya sea en el aire o bien sobre la pista a diferentes distancias, debiendo realizarse dicha prueba durante el crepúsculo o al amanecer.

2-1-2. PRUEBA DE COLORES PIGMENTARIOS:

En que el sujeto debe hacer la discriminación de las figuras que se le presentan en láminas pseudo-isocromáticas -ISHIHARA por ejemplo usada en el presente trabajo- pruebas que son fáciles de

realizar y que pueden emplearse para exámenes en forma rápida en gran número de pilotos, siendo además de gran sensibilidad para permitir detectar alteraciones en la percepción cromática. Las láminas de Ishihara en especial, son las más sensibles para la detección, pero únicamente sirven para identificar protanopes (protanopia o protanomalia) y deuteranopes (deuteranopia o deuteranomalia) cubriendo hasta el 97.4% de los casos, que son la mayoría. No detectándose los tritanopes. Las láminas de AO-HR-R, Stiling y Dvorine, comprendidas también en este grupo, pero son menos sensibles que las de Ishihara.

Entre las pruebas de colores pigmentarios están también las pruebas de COMPARACION, en las que se utilizan madejas de lanas de colores (Holmgren) o discos de colores (Farnsworth-Munsell) que deben ser ordenadas de acuerdo a un color muestra.

2-1-3. PRUEBAS VOCACIONALES:

En las que a un sujeto previamente diagnosticado como discromata se le presentan los elementos de trabajo, con el objeto de evaluar un desempeño de sus actividades libre de riesgos. Por ejemplo, si se trata de un mecánico de radio o de un electricista, se le muestran resistencias, cables, capacitadores, etc., de diferente color, los cuales debe seleccionar de acuerdo a un orden dado.

Si se trata de un piloto, se le practicará prueba vocacional en vuelo, el que incluirá los siguientes conceptos:

2-1-3-1. Capacidad de distinguir los colores utilizados en las cartas aeronáuticas, incluso letras impresas en diferentes tamaños y colores; marcas convencionales de diferentes colores a una distancia de tres metros -diez pies- .

2-1-3-2. Capacidad de leer los instrumentos de vuelo, particularmente los que tienen marcas de colores y luces distintivas de colores en el puesto de pilotaje, especialmente las luces de las radiobalizas, luces avisadas, etc.

2-1-3-3. Capacidad de reconocer el terreno y obstáculos en el mismo, pidiéndosele durante el vuelo que seleccione varios campos de aterrizaje de emergencia, preferiblemente en condiciones un tanto marginales y que describa sus superficies, por ejemplo: césped, rastrojos, terrenos arados. Se le pedirá que identifique también obstáculos como zanjas, cercas, terrazas, depresiones, rocas y especialmente cualquier otro objeto de color gris y marrón, que se encuentre en el área.

2-1-3-4. Además se determinará su capacidad de reconocer las luces de otras aeronaves, que vuelen en las cercanías, las luces de aproximación de pista, las luces delimitadoras de aeropuertos, las luces de calles de rodaje, las luces rojas avisadoras de instalaciones, sobre torres de televi-

sión, edificios altos, chimeneas, todas -luces de señales de colores normalmente utilizadas en el control de tránsito aéreo.

2-2. Importancia del diagnóstico:

La importancia del diagnóstico de estos individuos estriba en el hecho de que en condiciones normales requieren más del doble del tiempo, utilizado por una persona con percepción cromática normal, para reaccionar ante señales o luces de color, aumentando también el índice de error en el reconocimiento de un color. Es de esperar que en situaciones de emergencia por este problema puede ser causa de accidentes graves o de fatales consecuencias.

3. CAPITULO TERCERO: EL TEST DE ISHIHARA.

3-1. INTRODUCCION:

El test de Ishihara (Edición 1977), diseñado y aprobado por el Dr. Shinobu Ishihara, profesor Emerito de la Universidad de Tokio y miembro de la academia japonesa de oftalmología, es una prueba de colores pigmentarios en que el sujeto debe hacer una discriminación, como ya se señaló son muy sensibles (97.4%), para diagnosticar deuteranopes y protanopes; tienen la limitación de no ser útiles en la detección de tritanopes.

Consiste en una serie de catorce láminas con números y figuras hechas de puntos de los colores primarios, impresos sobre un fondo de puntos semejantes en confusión de colores. Mientras que los números y figuras compuestos de los colores primarios son vistos fácilmente por el ojo normal (policromático) son indistinguibles para el individuo con alteraciones en la percepción de los colores, indicando el defecto del color llegándose al tipo del defecto, anotando las láminas en que el sujeto fracasó en identificar números y figuras.

El test da un rápido y exacto señalamiento de la deficiencia de la visión cromática de origen congénito, que es la forma de alteración de visión de colores más común.

3-2. COMO SE USA EL TEST:

Las láminas están diseñadas para ser evaluadas correctamente en un cuarto adecuadamente iluminado por la luz del día. La introducción de luz solar directa o el uso de luz eléctrica puede producir alguna discrepancia en el resultado, porque puede resultar en una alteración en la apreciación de sombras de color. Cuando se usa luz eléctrica, será colocada tan lejos como sea posible, para semejar los efectos naturales de la luz del día. Las láminas son colocadas a setenticinco centímetros frente del sujeto e inclinandolas en tal forma que el plano del papel haga un ángulo recto con la línea de visión.

Presentada la lámina, el sujeto indicará los números y figuras vistos, respuesta que deberá dar dentro de un tiempo máximo de tres segundos.

Las láminas 12, 13 y 14 pueden ser omitidas si el test es utilizado únicamente para separar sujetos con defectos de color de aquellos con apreciación normal de colores.

3-3. EXPLICACION DE LAS LAMINAS:

No. 1. Cualquier sujeto, ya sea con visión normal o defectuosa de los colores podrá leer correctamente las figuras del número doce. Esta lámina es usada principalmente para explicar al sujeto el procedimiento del test.

No. 2. Los sujetos normales leerán "8" y aque-

llos con deficiencia rojo-verde leerán "3".

No. 3. Los sujetos normales leerán "5" y aquellos con deficiencia rojo-verde "2".

No. 4. Los sujetos normales leerán "29" y aquellos con deficiencia rojo-verde "70"

No. 5. Los sujetos normales leerán "74" y aquellos con deficiencia rojo-verde "21"

No. 6-7. Son correctamente identificables para sujetos normales, pero ilegibles o difíciles de leer para aquellos con deficiencia rojo-verde.

No. 8. Un claro "2" para sujetos normales, pero oscuro, difícil de leer para aquellos con deficiencia rojo-verde.

No. 9. Los sujetos normales difícilmente pueden leer esto, la mayoría de los que tienen deficiencia rojo-verde, ven la figura "2".

No. 10. Los sujetos normales usualmente pueden leer la figura "16" pero la mayoría de los que tienen deficiencia rojo-verde no pueden hacerlo.

No. 11. El sujeto normal sigue el trazo ondulado entre las dos "X", pero la mayoría de aquellos con deficiencia para percibir colores son incapaces de seguir la línea o siguen una línea diferente de la marcada.

No. 12. Los sujetos normales y aquellos con suave deficiencia rojo-verde ven la figura "35", pero quienes tienen protanopia o fuerte protanomalía leerán solamente "5" y si tienen deuteranopia o fuerte deuteranomalía leerán "3".

No. 13. Los sujetos normales y aquellos con suave deficiencia rojo-verde, ven la figura "96", pero con protanopia o fuerte protanomalía leerán solo "6" y con deuteranopia y fuerte deuteranomalía "9".

No. 14. Siguiendo los trazos ondulantes entre las dos "X", los sujetos normales trazan fácilmente la línea púrpura y roja. En protanopia y fuerte protanomalía solamente la línea púrpura es trazada, y en caso de suave protanomalía ambas líneas son trazadas; pero la línea púrpura es más fácil de seguir. En deuteranopia y fuerte deuteranomalía solamente la línea roja es trazada y en caso de suave deuteranomalía ambas líneas son trazadas, pero la roja es más fácil de seguir.

3-4. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS:

La lectura de las láminas 1 a 11 determinan la normalidad o deficiencia de la visión cromática. Si 10 o más láminas son leídas normalmente, la visión de color es considerada normal. Si solamente siete o menos de siete láminas son leídas normalmente, la visión de colores es considerada como deficiente.

En referencia a la lámina 9, solamente aquellos que leen el número dos, y lo leen más fácilmente que la lámina 8, son considerados anormales.

3-5. CUIDADO DE LAS LAMINAS:

Es importante que las láminas de este test se guarden cerradas en un libro, excepto durante su uso porque una debida exposición a la luz solar causa decoloración de las mismas.

3-6. RESPUESTA PARA CADA LAMINA:

No. de lámina	Persona normal	Persona con deficiencia rojo-verde	Persona con total ceguera y debilidad a colores				
1	12	12	12				
2	8	3	X				
3	5	2	X				
4	29	70	X				
5	74	21	X				
6	7	X	X				
7	45	X	X				
8	2	X	X				
9	X	2	X				
10	16	X	X				
11	trazable	X	X				
			PROTAN		DEUTAN		
			Fuerte	Suave	Fuerte	Suave	
12	35	5	(3) 5	3	3 (5)		
13	96	6	(9) 6	9	9 (6)		
14	trazo dos líneas	Púrpura	Púrpura y (rojo)	rojo	rojo y (púrpura)		X

La marca "X" indica que la lámina no puede ser leída. Los números y líneas entre paréntesis señalan que los números o líneas pueden ser leídas o trazadas, pero comparativamente menos claros.

CAPITULO CUARTO: EL ESTUDIO.

4-1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La medicina de aviación en Guatemala se ha venido desarrollando en los últimos años, abordándose problemas fundamentales y específicos, entre ellos el examen de la visión cromática, y la conducta a seguir con los pilotos que estando actualmente volando se les ha detectado deficiencia de esta. Se evalúa satisfactoriamente y con eficiencia a cada piloto, dando por resultado la detección en el presente trabajo de cierto porcentaje de pilotos que se encuentran en actividad, y que tienen deficiencia en la visión cromática, problema que ellos mismos en ocasiones han ignorado.

4-2. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO:

El tema que constituye la parte fundamental de este trabajo surgió del conocimiento de la metodología que se sigue en el Instituto Nacional de Medicina Aeroespacial de la República Argentina (curso básico de medicina aeronáutica), para la selección de su personal aeronavegante y del control de su personal activo, y a las recomendaciones específicas de la OACI en el 50 aniversario de la Asociación de Medicina Aeroespacial Americana, y del 2o. Congreso de la Asociación Latino Americana de Medicina de aviación y espacial (Washington, Mayo 1979) en el que señalaron que el control de la visión cromática sigue siendo fundamental para calificar la aptitud psicofísica de los pilotos aviadores.

La autorización para llevar a cabo el estudio fue otorgado por la Dirección General de Aeronáutica - Civil, que es la dependencia responsable para extender las licencias de vuelo de los pilotos civiles; dicha autorización incluye el uso de los datos consignados en el expediente clínico de cada piloto que renova su licencia y el empleo del Test de Ishihara como método para el control de visión cromática.

4-3. METODOLOGIA:

4-3-1. Finalidad:

Son propósitos de este estudio: mediante la aplicación del Test de Ishihara:

- Determinar el porcentaje de personal de aeronavegación activo (pilotos aviadores) que actualmente presentan alteraciones en la visión cromática.
- Identificar porcentualmente el tipo de alteración de visión cromática que presentan.

Ello con la finalidad de:

- Señalar la importancia de introducir pruebas más sensibles -como el presente test en cuestión- en la valoración de la visión cromática de todo el personal aeronavegante.
- Promover el estudio de la relación accidente/discromatopsia en Guatemala.

4-3-2. Instrumento: Tablas Isocromáticas del Test de Ishihara, anteriormente descrito.

4-3-3. Sujetos:

Lo constituyen el aereonavegante que tiene habilitada su licencia de piloto aviador privado y profesional. Todos ellos hombres adultos, activos en su profesión, procedentes de diversas clases sociales, pertenecientes a todo tipo de grupo étnico, alfabetos, dedicados la mayoría exclusivamente a esta profesión: pilotos comerciales, transporte y Helicopteros, y otros pilotos: privados que la practican como complemento de otra profesión: médicos veterinarios, ganaderos, algodoneros, cafetaleros, ejecutivos, ingenieros, etc., todos guatemaltecos, originarios en su mayoría del departamento de Guatemala, así como de Escuintla, Mazatenango, Retalhuleu, Coatepeque, Quezaltenango y otros. La edad cronológica de la muestra está comprendida entre los diez y ocho a los sesenta años. Los sujetos de acuerdo al examen médico practicado no padecen afección alguna de tipo orgánico.

4-3-4. Muestra: y duración:

La constituyen 500 pilotos aviadores a quienes se pasó el Test durante el examen médico rutinario requisito indispensable para renovar la licencia respectiva de ejercicio profesional.

Los datos fueron recogidos entre agosto del 78 a Julio de 1979, por la circunstancia que los pilotos según su categoría renovan su licencia cada seis meses

(comerciales y transporte) y 12 meses (privados). Se examinó a los sujetos en la medida que estos acudían a su control periódico en el período de tiempo antes señalado.

En los siguientes cuadros (No. 1 y 2) puede apreciarse que la muestra estudiada representa el 65.4 % de los pilotos activos en 1979 y el 30.3% del total de pilotos que poseen licencia en Guatemala. O sea que se logró en este estudio abarcar las dos terceras partes de pilotos activos.

CUADRO No. 1

Clase de licencia para pilotos aviadores extendidas hasta la fecha por Aeronáutica Civil (Departamento de licencias) 1979.

Clase de licencia	No.	%
Total	3,950	100.0
Estudiantes	2,300	58.2
Privados y profesionales	1,650	41.8

CUADRO No. 2

Situación de los Pilotos Aviadores Privados y Profesionales con licencia para volar. 1979.

Situación	Número	%
Total	1,650	100.0
Activos	765	46.4
In activos	885	53.6

Fuente: Aeronáutica Civil, Guatemala 1979.
Estudio aplicando el Test de Ishihara 1979.

Nota: De los activos se seleccionó la muestra de 500 para el estudio presente que hace un porcentaje de 65.4 de ellos.

4-3-5. Procedimiento de recolección de datos:

Una vez investigado y examinado el sujeto, al llegar a la cuadrícula No. 61: Visión de colores (prueba usada y resultados) -anexo No. 2-, de la ficha médica para personal aeronáutico, autorizada por el Departamento de medicina de aviación de la aeronáutica civil de Guatemala, se procedía a pasarles el Test de Ishihara y anotar los resultados de la prueba.

4-4. RESULTADOS:

La tabulación y análisis de los datos sobre 500 pilotos aviadores investigados, permitió la elaboración de los cuadros 3 y 4, que señalan que existe una incidencia de alteraciones en la visión cromática, en la siguiente proporción:

CUADRO No. 3

Número y porcentaje de pilotos aviadores policromáticos y con discromatopsia. 1979.

Sujetos	No.	%
Total	500	100.0
Policromáticos	486	97.2
Con Discromatopsia	14	2.8

En el cuadro anterior podemos ver que la gran mayoría de los pilotos aviadores examinados son policromáticos, 97.2% o sea, poseen una percepción de colores normal, y que un 2.8% correspondiente a 14 sujetos, tienen alteraciones de la percepción cromática.

En el cuadro No. 4 permite el análisis de las alteraciones clasificándolas de acuerdo a si hay deficiencia o ausencia de la percepción de los colores.

CUADRO No. 4

Número y porcentaje de P.A. con alteraciones de la visión cromática.

Discromatopsia	No. sujetos	% *	% **
Total	14	2.8*	100.0
con deficiencia	7	1.4	50.0
Protanomalía	3	0.6	21.4
Deuteranomalía	4	0.8	28.6
Tritanomalía	0	0.0	--
con ausencia	7	1.4	50.0
Protanopía	2	0.4	14.3
Deuteranopía	4	0.8	28.6
Tritanopía	0	0.0	--
Protanopía más Deuteranopía	1	0.2	7.1

* Porcentaje referido a la muestra de 500 pilotos.

** Porcentaje referido a los 14 con discromatopsia.

El número de sujetos con anomalías por ausencia (7, o sea el 1.4%) es igual al No. de sujetos con anomalías por deficiencia (7, o sea el 1.4%).

En ambos grupos, los sujetos Deuteranopes están en mayor proporción, 28.6%, en relación a las otras. Es la percepción del color verde, 57.2% del total de sujetos con anomalías, la que está más alterada.

Hay también un sujeto con ausencia para la percepción del rojo y verde.

5. CONCLUSIONES:

- 5-1. Los resultados: policromáticos 97.2%, con discromatopsia: 2.8% que se han presentado del estudio de 500 pilotos aviadores activos durante los exámenes médicos para renovación de sus licencias como pilotos aviadores en diferentes categorías, que se llevó a cabo durante un año, y a pesar de que es un buen número del total de Activos, no sería adecuado generalizar a todo el personal aeronavegante.
- 5-2. De ello se deduce que es necesario continuar con este estudio, para obtener el porcentaje exacto.
- 5-3. Lo anterior puede lograrse mediante el uso adecuado y sistemático de técnicas por los médicos examinadores de personal aeronavegante.
- 5-4. Los resultados del presente estudio sugieren claramente que es beneficioso establecer la importancia que reviste la investigación y diagnóstico de la visión cromática en el personal aeronavegante, ya que su conocimiento permite disminuir la posibilidad que el porcentaje detectado de discromatas continúe aumentando. El Departamento de Medicina, de la Aeronautica Civil de Guatemala, en su labor de examen de ingreso y re-exámenes posteriores, realiza un firme esfuerzo por llevar a cabo pruebas y estudios individuales que le permitan hasta donde sea posible estar seguros que la visión cromática de los que ingresan como pilotos aviadores sea 100% normal, cumpliendo así las normas y métodos recomendados por organismos internacionales para elevar el

nivel de la seguridad de vuelo y dejar sentada la inquietud de establecer posteriormente en un estudio exhaustivo la relación accidente/ discromatopsia, en el campo de investigación de accidentes, y también llegar a establecer el porcentaje de discromatopsias secundarias.

5-5. El estudio efectuado con el método empleado determina un porcentaje elevado de exactitud de los trastornos de la visión cromática, y se necesita hoy en día el disponer de estas técnicas para hacerlas rutinarias, método que no requiere asistencia técnica sofisticada. El presente método evaluado ofrece una precisión aceptable, de bajo costo, de manejo e interpretación fácil, es confiable, por lo que representa una buena técnica para la valoración clínica del control de la VISION CROMATICA DEL PERSONAL DE AERONAUTICA CIVIL DE GUATEMALA.

6. RECOMENDACIONES:

Este trabajo (ensayo) no es exhaustivo. Apenas presenta una justificación a la necesidad de que se continúen trabajos de esta índole y mas ampliados aún, con el objeto de que la rama de Medicina de Aviación en Guatemala continúe desarrollándose en forma científica, fundandose en la información precedente, se sugiere algunas recomendaciones que pueden servir de base para futuros estudios e investigaciones, así como también para mejorar cada vez mas la aptitud en lo relacionado con la visión cromática de los aspirantes a personal aeronavegante. Que los médicos dedicados a efectuar la evaluación médica (médicos examinadores de vuelo), para otorgar licencias, tanto a pilotos aviadores activos, como aspirantes empleen una metodología evolucionada uniforme con las normas y métodos recomendados por los organismos internacionales, consideren necesario lo siguiente:

1. Realizar un estudio a nivel nacional de todo el personal aeronavegante del país con el objeto de investigar si la prueba empleada en este trabajo puede ser aplicada a otros grupos.
2. Se preocupen de mantener actualizadas, tanto en lo que se refiere a la técnica del examen de visión cromática, como a las últimas indicaciones e instrucciones de la OACI, que deben ser puestas en práctica.
3. Practicar un sistema de evaluación standarizado acerca de la visión cromática.
4. Promover reuniones periódicas con los médicos examinado-

res del personal aeronáutico con el fin de conocer aquellas acciones y se busquen las soluciones adecuadas, para beneficio de la sociedad y beneficio para el individuo.

5. Decidir la conducta a seguir con los discrómatas que actualmente están habilitados para el vuelo, integrando un grupo de médicos examinadores de vuelo que investiguen las limitaciones de dichos pilotos, efectuándoles prueba vocacional; examen médico de visión cromática en vuelo.
6. Asistir a congresos Internacionales de Medicina de Aviación.

7.- BIBLIOGRAFIA

1. Allen, James H.
Enfermedad de los ojos.
23 Edición. 1963
William & Wilkin Co. Baltimore
lámina No. 31.
2. Centro nacional de medicina de aviación.
Manual Básico de Medicina de aviación.
México 1978.
3. Fattorusso- O Ritter.
Vademecun Clínico.
4o. Edición 1975.
Editorial "Galeno". España.
Pág. 1526.
4. Instituto Nacional de Medicina de Aviación y Espacial.
Oftalmología Aereonáutica. Curso Básico de medicina aeronáutica.
Argentina. 1978.
Pág. 1 y 11.
5. Ishihara, Shinobu.
Edición Concisa. 1977
Kanehara & Co. Tokio. Japón.
Pág. 1 al 6.
6. Krupp, Marcus
Diagnóstico clínico y tratamiento.
13a. Edición 1978.
Editorial Moderno. México. DF.
1086-1088.

7. L. Testud T. A. Latarjet.
Tratado de Anatomía Humana
9a. Edición, 1951.
Salvat Editores, S.A. España.
Tomo II 1210-1213.
8. Organización de aviación civil internacional.
Manual de medicina aeronáutica civil.
Primera edición. 1974.
OACI Internacional.
II-10-24-27; 1-2-5-6 y 17.
9. Wilkins, R. D.
Medicina de aviación, departamento de aviación Civil.
1971.
29.
10. Youmans, John B.
Clínicas Médicas de Norte América
10 Edición. Mayo 1964.
Editorial Interamericana. México.
702.

EL USO DE COLORES EN LA AVIACION CIVIL SEGUN OACI *

Fuente de información	Colores utilizados	Hora del día en que se utilizan	Como afectan
<u>Material impreso</u> - cartas	Todos	Todos los vuelos	Pérdida de información para los tintes hipsométricos. Pérdida de contraste de los impresos.
<u>Puesto de pilotaje:</u>			
- Palancas de mando	R, Y, G	Todos los vuelos	Pérdida de discriminación.
- Sectores de instrumentos	R, Y, G	Todos los vuelos	Pérdida de discriminación.
- Luces de emergencia	R, Y	Todos los vuelos	Pérdida de luminancia.
- Indicadores del tren de aterrizaje	R, G	Todos los vuelos	Confusión
- Luces indicadoras de radio-balizas	R, W, B	Todos los vuelos	Pérdida de luminancia
- Luz roja para el puesto de pilotaje y para iluminación de los instrumentos.	R	Nocturnas	Pérdida de luminancia y pérdida de discriminación.
<u>Luces externas de las Aeronaves:</u>			
- Luces de navegación	R, G	Nocturnas	Pérdida de luminancia y discriminación.
- Luces anticolidión	R y/o W	Nocturnas	Pérdida de luminancia
<u>Area de aproximación y aterrizaje:</u>			
- Señalamiento de obstáculos			
- Areas fuera de servicio			
- Indicadores de la dirección del viento	R, O, W	Diurnas	Pérdida de discriminación.
- Indicadores de la dirección del aterrizaje			
- Faros de aerodromos			
- Luces de obstáculos	R, G, B, W	Nocturnas	Pérdida de luminancia y discriminación
- Luces de pista			
- Luces de umbral			
- Luces de calle de rodaje			
- Luces de señales del ATC	R, G, W	Todos los vuelos (emergencia)	Confusión y pérdida de luminancia
- Vasis	R, W	Todos los vuelos	Pérdida de discriminación
<u>Terreno:</u>	Todos	Diurnas	Pérdida de discriminación.

R: Rojo Y: Amarillo G: Verde B: Azul O: Anaranjados W: Blanco.

* OACI, 1974 Pag. II - 10 - 25.



REPUBLICA DE GUATEMALA, C. A.
FICHA MEDICA PARA PERSONAL AERONAUTICO

1. Apellidos		Nombres		2. Dirección (Calle, número, ciudad)		
3. No. de Identificación (Cédula, Pasaporte, IGSS)	4. Edad	5. Fecha de Nacimiento (Día, mes, año)	6. Objeto del examen		7. Fecha del examen	
8. Especialidad			9. Clase de licencia que posee	10. Ha tenido, como piloto accidentes aéreos	11. Fecha del último examen	
			<input type="checkbox"/> Si (Fecha) <input type="checkbox"/> No			
Transporte de Aerolíneas Comercial de Primera Comercial Helicóptero Comercial		Helicóptero privado Estudiante Privado Otras				

12. Se le ha extendido un permiso especial por incapacidad física											
No Si Limitaciones físicas permitidas				Permiso No.							
				<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>							
13. Estatura	14. Peso	15. Cabello	16. Ojos								

17. Historia Médica								
SI	No	Condición	SI	No	Condición	SI	No.	Condición
		a. Trastornos cardiacos			h. Trastornos nerviosos			r. Rechazado del Servicio Militar por motivos de salud
		b. Presión alta o baja			i. Epilepsia o ataques			s. Otras enfermedades
		c. Trastornos digestivos			j. Pérdidas de consciencia			
		d. Trastornos respiratorios (asma, TBC)			k. Mareos o desmayos			
		e. Calculos renales, sangre en orina			l. Alergias			
		f. Azúcar o albumina en orina			m. Dolores de cabeza frecuentes o severos			
		g. Problema de la vista			n. Hábito a drogas o alcohol			

18. OBSERVACIONES (Use hojas adicionales si necesario)		19. Declaración del Examinado	
		Declaro que los datos suministrados en esta ficha son ciertos. Cualquier alteración a esta ficha será sancionada con multa no mayor de Q. 500.00	
		Firma del examinado	

20. EVALUACION CLINICA		
NORMAL		ANORMAL
	21. Cabeza, cara, cuello, cuero cabelludo	
	22. Nariz	
	23. Senos faciales	
	24. Boca y garganta	
	25. Oído (General)	
	26. Membrana timpánica (Perforación)	
	27. Ojos (General)	
	28. Oftalmoscopia	
	29. Pupilas (Igualdad y reacción)	
	30. Motilidad ocular (Nistagmus)	
	31. Pulmones y tórax (Mamas)	
	32. Corazón	
	33. Sistema circulatorio (Várices, etc)	
	34. Abdomen y Visceras (Hernia)	
	35. Ano y Recto (Hemorroides, Fístula)	
	36. Sistema endócrino	
	37. Sistema genitourinario	
	38. Miembros superiores	
	39. Pies	

NOTA: describa cada anomalía en detalle. Indique el número de la región afectada antes de comentarla. Use hojas adicionales si es necesario.

48. Estatura 49. Peso 50. Aspecto general 51. Compleción 52. Temperatura

53. Presión arterial (Brazo a nivel del corazón)

54. Pulso (Brazo a nivel del corazón)

A. Sentado	Sist.	B. Acostado	Sist.	C. De pie (3 Min.)	Sist.	A. Sentado	B. Post. ejercicio	C. 2 Min. después	D. Acostado	E. Después de 3 Min. de pie
	Diast.		Diast.		Diast.					

55. Visión distante

56. Refracción

58. Visión cercana

Derecho 20/	Correg. a 20/	Por	S.	OX	Correg. a	Por
Izquierdo 20/	Correg. a 20/	Por	S.	OX	Correg. a	Por

59. Metoreforias (Especifique distancia)

ESO EXO O.D. O.I. Diver. Prism. Conver. Prism. P.C. P.D.

60. Acomodación

61. Visión de colores (Prueba usada y resultado)

62. Percepción profunda (Prueba usada y punteo)

No correg.

Derecho Izquierdo Correg.

63. Campimetría

64. Visión nocturna

65. Test. de lentes rojos

66. Tensión intraocular

67. Audición

68. AUDIOMETRIA

69. Psicológico y Psicomotor

Derecho	/15	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	
		256	512	1024	2048	2896	4096	6144	8192	
Izquierdo	/15									

70. Electrocardiograma (adjuntar trazo)

71. Sangre

72. Orina

73. Radiografía Tórax

Tipo sanguíneo

Cardiolipina

V.D.R.L.

Positivo

Negativo

Albumina

Glucosa

Grav. Espec.

Fecha

Resultado

74. Observaciones (continuación)

(Use hojas adicionales si es necesario)

75. Resumen de defectos y diagnósticos (Enumere los diagnósticos con los números de las casillas)

76. Recomendaciones (Exámenes por especialista)

77. Examinado

- Apto para
- No apto para

78. Limitaciones

79. Si no está apto, indique los defectos por número de casilla

80. Nombre Impreso del Médico

Firma

Dirección

81. Nombre Impreso del Oficial que revisa o Autoridad que lo aprueba

Firma

~~ROBERTO RODAS ALBUREZ~~

Garay
Asesor.
GARAY MOYA

Dr. *Rudefort*
Revisor.
CETRE ACADÉMICO DE COPIA.

17.
Fase III

Dr. *[Signature]*
Secretario

Dr. *[Signature]*
Decano.