



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

LICENCIATURA EN OPTOMETRÍA



**EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN AL COLOR ASOCIADA A LOS FACTORES DE
RIESGO A QUE ESTÁN EXPUESTOS LOS SOLDADORES DE ARCO: EL CASO DE
UNA EMPRESA MEXICANA**

TESIS

PARA OBTENER DE TÍTULO DE
LICENCIADA EN OPTOMETRÍA

PRESENTA

GABRIELA MENDOZA TAPIA

DIRECTORA DE TESIS

DRA. MYRNA MIRIAM VALERA MOTA

ASESORES

MTRA. BLANCA ELIZABETH GUZMÁN GRANADOS

DR. ARTURO CONTIS MONTES DE OCA

DICTAMINADORES

MTRA. MA CONCEPCIÓN RODRÍGUEZ SALGADO

L.O. RUBÉN VELÁQUEZ GUERRERO

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO

2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ÍNDICE

Glosario	3
Introducción	5
Planteamiento del problema	6
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Hipótesis	8
Justificación	8
Antecedentes	9
Capítulo 1. Transducción visual, visión al color y teorías del color	16
Capítulo 2. Toxicidad	27
Capítulo 3. Pruebas para la evaluación de visión al color	34
Metodología	38
Fase 1	38
Fase 2	38
Fase 3	39
Recursos humanos	39
Recursos materiales	39
Criterios de selección	40
Resultados	41
Discusión	46
Conclusiones	50
Referencias	51
Apéndices	57

GLOSARIO

Brillo: Se refiere a la cantidad de luz que emite una fuente o refleja un objeto.

Color: Es un hecho de la visión que resulta de las diferencias de percepciones del ojo a distintas longitudes de onda que componen lo que se denomina el "espectro".

Deuteranomalia: Sensibilidad alterada en percepción al color verde.

Deuteranopía: Ceguera a color verde.

Discromatopsia: Alteraciones que impiden o afectan parcial o completamente la llegada y traducción de dichas reacciones químicas, lo cual se traduce a un cambio en la percepción y el reconocimiento de un color o colores específicos.

Fototoxicidad: Es un tipo de reacción inflamatoria que se produce como consecuencia de la exposición a una sustancia química en combinación con la exposición a radiaciones lumínicas.

Longitud de onda visible: Es el espectro de radiación electromagnética que es visible para el ojo humano. Va desde una longitud de onda de 400 nm hasta 700 nm.

Luminancia: Es utilizado para caracterizar la cantidad de luz que incide en una superficie.

Luz: Es la franja de radiación a la cual nuestro ojo es sensible.

Matiz: El matiz o tono es la propiedad por la cual se puede distinguir el tipo de color: rojo, verde azul, violeta, etc. En el aspecto físico va relacionado con la longitud de onda dominante. Las luces monocromáticas (de una sola longitud de onda) corresponden a colores espectrales puros.

Protanomalia: Sensibilidad alterada en percepción a los colores rojo y verde.

Protanopía: Ceguera a colores rojo y verde.

Protección: Es un cuidado preventivo ante un eventual riesgo o problema.

Radiación infrarroja: Infra (por debajo de) se ubica a un extremo de la franja visible, por lo tanto, no es visible. Abarca de los 700 nm a los 800 nm.

Radiación ultravioleta: Ultra (por encima de) Se ubica a un extremo de la franja visible, por lo tanto, no es visible. Abarca de los 100nm a los 400 nm.

Retina: Es el tejido sensible a la luz que recubre la parte posterior del ojo. Los rayos de luz se enfocan en la retina a través de la córnea, la pupila y el cristalino. La retina convierte los

rayos de luz en impulsos eléctricos que viajan a través del nervio óptico hacia el cerebro, donde se interpretan como las imágenes que vemos.

Saturación: La saturación de un color indica su dilución en blanco. Los colores saturados son intensos, vívidos o fuertes. Los colores pálidos son poco saturados, es decir están más diluidos en blanco.

Soldadura: Se define como la unión localizada de dos piezas de metal conseguida mediante la aplicación de calor.

Tritanomalia: Sensibilidad alterada en percepción a los colores azul y amarillo.

Tritanopía: Ceguera a los colores azul y amarillo.

Visión cromática: Es el aspecto de la capacidad visual por la que se pueden distinguir diferencias entre dos campos de visión del mismo tamaño y forma.

INTRODUCCIÓN

Las discromatopsias o problemas de visión al color están clasificadas en **CONGÉNITAS** que tienen afectación a los colores **rojo-verde** y **ADQUIRIDAS** a los colores **azul-amarillo**, con respecto a los sufijos para referirlas existen el “nomalía” y “ope”, el primero se refiere a la anomalía y el segundo a la ceguera. Y la denominación Protan se refiere a los rojos, Deuteran a los verdes, por ultimo Tritan a los amarillos-azules. ⁽¹⁾

Se han descrito diferencias sexuales en la proporción de personas que resultan afectadas por discromatopsias **CONGÉNITAS**, ya que estas afectan en los caucásicos europeos al 8% de la población masculina y solo al 0.4% de la femenina, y entre el 4% y 6.5 en los hombres de las etnias asiáticas (china y japonesa); es mayor en hombres debido al factor hereditario que en las discromatopsias afecta al cromosoma X. ^(2,3,4)

En México los estudios de discromatopsias tanto **CONGÉNITAS** como **ADQUIRIDAS** son escasos. Investigaciones hechas en este país con respecto a las discromatopsias **CONGÉNITAS** indican que al parecer mientras menos mestizado es el grupo, más baja es la incidencia de este efecto y a mayor mestizaje mayor la frecuencia de discromatopsias, acercándose a la incidencia que presentan los grupos caucasoides. ^(5,6)

Se desconoce la severidad y prevalencia sobre discromatopsias **ADQUIRIDAS**, estas se dividen en *toxicológicas* originadas por consumo de algún medicamento específico, tabaco, alcohol, drogas, estimulantes cardiacos, pastillas antibacterianas y píldora anticonceptiva, ^(7,8,9) *biológicas*, en las que algunas enfermedades sistémicas que afecten al nervio óptico están involucradas. ^(10,11,12) Y *fatotóxicas*, las cuales son por exposición a radiaciones ultravioleta y dependiendo de la intensidad, tiempo de exposición y longitud de onda de la fuente lumínica menor a 300-350 nm (azul y ultravioleta), las cuales son las más severas para el ojo. Los daños oculares en muchos casos son irreversibles debido a la escasa protección a la radiación UV y a los prolongados tiempos de exposición. ⁽¹³⁾

El trabajo en fábricas industriales es uno de los más riesgosos para la visión debido al tipo de sustancias o elementos a los que los trabajadores se encuentran expuestos.

El presente estudio justamente evaluó el problema de visión al color **ADQUIRIDO FOTOTÓXICO** (esperando encontrar problemas en el eje **amarillo-azul**) en personas expuestas a fototoxicidad, específicamente exposición a radiación por soldadura evaluando la visión al color en 216 empleados soldadores de una fábrica industrial (empresa mexicana que fabrica montacargas en la Ciudad de Querétaro), con el propósito de evaluar la

percepción al color asociada al principal factor de riesgo, que es, la radiación por soldadura. Dicha evaluación se realizó durante su jornada laboral, en un periodo de 3 visitas: la primera se realizó el 10 de Septiembre del año 2018, la segunda el 11 de Septiembre del 2018 y la última fue el día 01 de Octubre del mismo año.

La exposición a radiación por soldadura puede provocar daño ocular involucrando párpados, córnea, iris, cristalino y retina, esto debido a exposición a la luz durante un periodo prolongado que induce alteraciones celulares retinianas y ocasionando la muerte celular, esto se conoce como daño fotoquímico. También puede acelerar la evolución de las degeneraciones hereditarias de los fotorreceptores retinianos y causar anomalías o cegueras al color (amarillo-azul). La forma de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo del soldador son justamente los protectores, en el caso de los ojos la máscara de soldar, provista de filtros de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La visión al color se modifica dependiendo de los factores de riesgo a que están expuestos los soldadores?

La fototoxicidad en la retina es resultado de una lesión fotoquímica y térmica, por la radiación ultravioleta, y se caracteriza por afectar a las capas más externas de la retina. Está relacionada con la intensidad, tiempo de exposición y longitud de onda de la fuente lumínica, siendo la luz azul y ultravioleta la más dañina para el ojo. ⁽¹⁴⁾ En las capas más externas de la retina se encuentran las células fotorreceptoras, conos y bastones. En los conos hay tres tipos de pigmentos, permitiendo que estos sean sensibles selectivamente a luces de diferentes colores, rojo, verde y azul. Según las proporciones de estimulación entre los diversos tipos de cono, el sistema nervioso las interpreta como distintos colores. ⁽¹⁵⁾

Enfocándonos en trabajos industriales, como lo es la soldadura, nuestro deber es conocer los factores de riesgo que intervienen en la degeneración retinal debido a la ya mencionada exposición a radiación. Se trata de investigar de qué manera los gases emanados de la soldadura pueden producir una deficiencia en la visión al color, si ocurre un daño en dichas células fotorreceptoras, y si como consecuencia se estarían modificando las longitudes de onda visibles, produciendo de esta manera una sensibilidad alterada en la visión de los colores o peor aún, ceguera de los mismos.

En los últimos años ha habido un crecimiento significativo en el sector industrial, por consiguiente se incrementa la demanda de profesionales en formación técnica a la soldadura y según la American Welding Society ⁽¹⁶⁾, existen más de 35,000 inspectores de soldadura certificados en el mundo, esto sin tomar en cuenta la gran mayoría de soldadores que se ha forjado mediante práctica y enseñanzas bajo experiencia de otros trabajadores. La capacitación y enseñanza a los trabajadores se vuelve indispensable.

Es un trabajo en conjunto con los directivos de empresas y profesionales de la salud ocular, que tiene la finalidad de educar a los empleados en su cuidado personal durante toda la jornada laboral tomando en cuenta los años laborando, el tiempo de jornada diaria, el tipo de equipo de protección y las reglas de seguridad de cada establecimiento específico. Podemos prever que en ciertos casos, los soldadores, a menudo no se sienten cómodos con el equipo que se les brinda para su protección ya que se reduce parcialmente el campo visual y por ende la visibilidad. Este hecho de no usar protección los hace vulnerables a sufrir daños irreversibles.

Existen varios estudios en los que se ha demostrado la relación entre la radiación UV de soldadura por exposición ocupacional y el impacto que tiene en la salud, específicamente en los ojos, como lo son: fatiga ocular, lagrimeo, fotofobia, sensación de arena en los ojos, queratoconjuntivitis, catarata, entre otras.

En Irán durante el 2017, se realizó un estudio similar ⁽¹⁷⁾, en donde se buscó la prevalencia de discromatopsias relacionadas a la luz de soldadura. Se hizo una comparación en dos grupos, un grupo expuesto y el otro no expuesto, y se encontró una diferencia significativa de un 15% en el grupo expuesto, contra un 2% en el grupo no expuesto demostrando que hay una relación positiva entre la pérdida de visión al color, la exposición a radiación y el tiempo de las jornadas laborales que tenía cada trabajador.

Scand en 2017 indicó que los soldadores de arco exceden los límites de exposición ocupacional en cara y ojos, es por eso que la importancia de implementar estrategias integrales de seguridad ocular para todos los trabajadores, debido a la luz ultravioleta causante de catarata. ⁽¹⁸⁾

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar la visión al color y su asociación con factores de riesgo a que están expuestos los soldadores de arco.

Objetivos específicos

- Desarrollar la historia clínica para determinar los factores de riesgo que causan problemas de visión al color **ADQUIRIDA**, entre ellos pacientes expuestos a radiación por soldadura.
- Evaluar la visión al color mediante pruebas pseudoisocromáticas y de ordenación a pacientes expuestos a radiación por soldadura.
- Asociar las alteraciones de visión al color de los pacientes con respecto al factor de riesgo al que están expuestos.

HIPÓTESIS

A mayor exposición a factores de riesgo, mayor probabilidad de padecer problemas **ADQUIRIDOS** relacionados con la visión al color

JUSTIFICACIÓN

El presente estudio arrojará datos referentes a alteraciones en visión al color de trabajadores expuestos diariamente a radiación artificial y el efecto con respecto a la protección ocular utilizada, es importante que se conozca dicha información, detectar amenazas para la salud y crear un entorno laboral sano.

ANTECEDENTES

Mehdi M y colaboradores del departamento de Oftalmología en la Universidad de Ciencias Médicas Tehran, en el país de Irán, hicieron una evaluación de visión al color a alumnos de secundaria en julio de 1996, con el objetivo de determinar la prevalencia en deficiencia de visión al color **CONGÉNITA**. Se evaluó un total de 2058 alumnos (1136 masculinos y 922 femeninos) con la prueba de las láminas de Ishihara. En dicho estudio se encontró un total de 97 estudiantes con defectos detectados en visión al color, estos incluían 93 estudiantes masculinos y 4 femeninos. Los pacientes negaron tener enfermedades sistémicas, oculares y el consumo de medicamentos crónicos. La AV en todos los pacientes fue de 20/20 y la valoración de fondo de ojo en cada uno de ellos fue normal, sin ningún tipo de alteración. De los 93 hombres encontrados, 56 casos fueron deuteranomalías, 13 protanomalías, 13 deuteranopías y 11 protanopías. De las 4 mujeres, 3 fueron deuteranomalías y 1 fue protanomalía. Este fue el primer estudio para determinar la prevalencia de ceguera congénita a los colores en Irán, dichos datos coinciden con datos de prevalencias en cegueras **CONGÉNITAS** encontradas en Europa occidental. ⁽¹⁹⁾

Neuta G y Camacho M en marzo del año 2012 elaboraron un estudio de prevalencia en alteraciones de la visión al color y de alteraciones visuomotoras en tres localidades de Bogotá: Fontibón, Puente Aranda y Usaquén. Fue un estudio observacional descriptivo con un total de 243 pacientes con edades de entre 5 y 15 años. Se utilizaron las pruebas de Ishihara y Farnsworth (D-100) para visión cromática. La prevalencia se manejó por cada localidad y con cada prueba por separado, encontrando los siguientes datos: 6.7 % en el test de Ishihara y 14.6 % en el test de Farnsworth para el colegio España de Puente Aranda, con la evaluación de un total de 89 estudiantes, 2.4 % en el test de Ishihara y 4.8 % en el test de Farnsworth para el colegio Pablo Neruda de Fontibón, con la evaluación de un total de 84 estudiantes y 2.9 % en el test de Ishihara y 10 % en el test de Farnsworth para el colegio de La Salle de Usaquén, con la evaluación de un total de 70 estudiantes. Los resultados por encima del promedio los relacionan de acuerdo a la ubicación de cada colegio ya que son zonas de expuesta a altos niveles de contaminación por plomo y mercurio, por lo tanto, dentro de los resultados **hubo estudiantes con daños en eje azul-amarillo con el test de Farnsworth**. ⁽²⁰⁾

En 2016, Mengistu Z y Yekoye A, escribieron un artículo para determinar la magnitud de discromatopsias **CONGÉNITAS** en Etiopía en la ciudad de Gish Abay. Se realizó un estudio de diseño transversal analítico en tres primarias al azar de dicho distrito. Para la evaluación

a color se utilizaron las láminas de Ishihara en un total de 850 pacientes de entre 8 y 18 años, de los cuales 452 eran hombres y 398 fueron mujeres. Como resultado se obtuvo un total de 36 casos de visión al color deteriorada, 27 hombres y 9 mujeres. De los 36 casos de discromatopsias, 15 fueron deutanes, 7 protanes y el resto de ellos no tiene clasificación. En este estudio se encontró una prevalencia del 4.24%, coincidiendo con otros estudios epidemiológicos mundiales. Como conclusión se recomienda un examen ocular periódico en el momento de la admisión a la escuela para ajustar la ocupación de los niños a una edad temprana. ⁽²¹⁾

En 2013 la revista de ciencia UANL en México, un grupo de enfermeras publicó un artículo de investigación con el fin de detectar la prevalencia de discromatopsias **CONGÉNITAS** en niños de escuelas públicas en Matamoros, Tamaulipas. Para calcular la prevalencia se utilizó en test de Ishihara con un total de 1580 estudiantes de entre 7 y 12 años de edad. Dicha evaluación se realizó en cinco escuelas primarias diferentes encontrando un total de 830 niños y 750 niñas. La prevalencia de discromatopsia fue de 1.9%, con 16 casos en estudiantes discrómatas masculinos y solo 1 caso en el caso de la población femenina. De los 16 casos masculinos hallados, 13 fueron protanes, de estos, 4 pacientes fueron diagnosticados con alteraciones fuertes, mientras que los 9 restantes fueron débiles. Los 3 últimos resultaron deutanes con un grado de severidad fuerte. En cuestión al paciente femenino su diagnóstico fue deutan con un grado fuerte. Los datos anteriormente presentados dieron como conclusión una prevalencia más baja comprado con estudios previos en poblaciones mexicanas. ⁽²²⁾

En el año 2015 un grupo de investigadores acudió a dos centros de trabajo, un centro administrativo en la Ciudad de México y una refinería en Salamanca, Guanajuato. Con la finalidad de conocer las discromatopsias de acuerdo a la ocupación y exposición a agentes químicos. El grupo de trabajadores en el centro administrativo, fue el grupo control, mientras que los trabajadores en la refinería fue el grupo expuesto. La evaluación se hizo con la prueba D-15 en cada ojo por separado, se examinó un total de 142 trabajadores. De estos, 4 (5.4%) trabajadores fueron excluidos de la investigación ya que el tipo de discromatopsia presentada fue de tipo congénito. Este porcentaje coincide con datos de investigaciones de prevalencia mundial y local. Los trabajadores restantes fueron 73 empleados del grupo expuesto, mientras que del grupo control fueron 65 oficinistas. La prevalencia encontrada en discromatopsias **ADQUIRIDAS** fue de un 17% en trabajadores expuestos a comparación del grupo control con 8%. Los resultados tuvieron una variación, encontrando que en

algunos pacientes había más daño en un ojo en contraste al otro. Los datos de igual manera, coinciden con otros artículos en relación a trabajadores expuestos a disolventes orgánicos. Se llegó a la conclusión acerca de que la evaluación de visión a color debería ser implementada en todos los exámenes médicos y específicamente en personal ocupacionalmente expuesto. ⁽²³⁾

Valera M, Barrios R y Alonso T, en 2019, lograron identificar la prevalencia de discromatopsias tanto **CONGENITAS** como **ADQUIRIDAS** en la Ciudad de México. Se evaluó un total de 1646 personas, 938 personas de sexo femenino y 708 masculinos, de 3 instituciones diferentes y con edades de entre los 3 a los 91 años. Cada paciente debía tener por lo menos una AV de 20/30 y se utilizaron pruebas pseudoisocromáticas (Ishihara, HRR y Matsubara) y de ordenación (D-15 saturado y desaturado) dependiendo de la condición de cada paciente. Dicho estudio concentra discromatopsias congénitas y adquiridas, resultando de una prevalencia total del 4.13%; de este total, el porcentaje de discromatopsias congénitas fue mayor en varones con un 5.65% debido a la dominancia genética. La prevalencia en discromatopsias adquiridas fue mayor en sexo femenino con 1.71. ⁽⁵⁾

En el año de 1958, Mergler D y Lucie B junto con American journal of industrial medicine, escribieron un artículo acerca de la pérdida de visión al color **ADQUIRIDA** con relación a la exposición a solventes orgánicos. Las pruebas con las que se realizó dicho estudio fueron las pruebas de D-15 saturado y D-100. El estudio constó de la evaluación de 23 trabajadores expuestos a solventes con el objetivo de realizar una comparación entre los pacientes altamente expuestos (10 trabajadores) y trabajadores moderadamente expuestos (13 trabajadores). A los trabajadores altamente expuestos se les evaluó con D 15 y a los trabajadores moderadamente expuestos se les evaluó con D100. Los análisis mostraron que ambas puntuaciones están significativamente relacionadas con la edad y el nivel de exposición. ⁽²⁴⁾

En 1988 Mergler D, realizó un estudio con el fin de examinar la capacidad cromática de un grupo de 30 trabajadores de una imprenta, los cuales estaban expuestos a solventes orgánicos a comparación de un segundo grupo de referencia no expuesto a estos. La prueba utilizada para evaluar a los pacientes fue D15. El análisis reveló puntuaciones significativamente más altas de pérdida de visión en color entre los trabajadores expuestos en comparación con los no expuestos a solventes. El análisis cualitativo mostró que los trabajadores expuestos presentaron una prevalencia significativamente mayor de

discromatopsia **ADQUIRIDA** en comparación con el grupo no expuesto. Sin embargo, el análisis del tipo de pérdida de discriminación cromática mostró que dentro del grupo de las personas no expuestas, la discromatopsia se localizó solo en el rango azul-amarillo, mientras que para el 35% de las personas expuestas, la pérdida de rojo-verde y azul-amarilla estaban presentes. Estos datos sugieren que el tipo de discromatopsia, que refleja la gravedad de las alteraciones neurales, también, puede ser por el nivel de exposición, o las propiedades oftalmotóxicas de los solventes particulares utilizados. ⁽²⁵⁾

Zárate F, en 1997 junto con la Facultad Nacional de Salud Pública en Colombia, escribió un artículo científico llamado: Prevalencia de discromatopsia **ADQUIRIDA** y exposición a plaguicidas y a radiación ultravioleta solar, con el fin de evaluar la asociación entre la discromatopsia y la exposición a plaguicidas, a sus solventes y a la radiación ultravioleta solar. Se comparó la prevalencia de discromatopsia adquirida en 154 trabajadores de una empresa dedicada al cultivo de flores (trabajadores expuestos a plaguicidas) con una empresa de confección de textiles en 139 trabajadores (trabajadores no expuestos a plaguicidas). Los pacientes expuestos debían llevar por lo menos 2 meses laborando y en su mayoría los empleados eran de sexo femenino. La prueba utilizada para la evaluación fue D – 15 desaturado. Se encontraron 12 discrómatas congénitos en cuanto a trabajadores expuestos y 8 discrómatas congénitos en los no expuestos. Así mismo 91 trabajadores con discromatopsias adquiridas expuestos a solventes y plaguicidas, con una diferencia a los no expuestos con 70 trabajadores. ⁽²⁶⁾

En el año 2003, Gobba F y Cavalleri A, escribieron un artículo llamado Deterioro de la visión del color en trabajadores expuestos a químicos neurotóxicos, en él hablan de investigaciones recientes acerca de la exposición a solventes, metales y otros químicos en relación a la ocupación laboral. El deterioro **ADQUIRIDO** de la visión al color en relación a la actividad laboral de las personas resulta de una pérdida de la visión en cuanto a la discriminación de los colores amarillo-azul o con menos frecuencia perdida de la combinación de colores azul-amarillo y rojo-verde dependiendo del caso. Según dicha investigación, podemos evaluar a este tipo de pacientes con D15 o D100, sin embargo resalta la practicidad de usar D15 ya que tiene la ventaja de poder realizarse dentro del lugar de trabajo. Los resultados muestran que las pruebas de visión del color deben incluirse en la evaluación temprana de los trabajadores expuestos a químicos. ⁽²⁷⁾

En Bogotá en el año de 2008 se realizó un estudio en lavaderos de tipo industrial, debido a la fuerte exposición a químicos a la que están sometidos diariamente. Se asistió a 9 lavanderías diferentes. Fue un estudio en el que se evaluó a 40 personas con la prueba de D-15, al inicio de su jornada laboral y al final de esta, usando como criterio de exclusión a los trabajadores que resultaron con alteraciones en la primera aplicación antes de comenzar jornada laboral (discrómatas congénitos), trabajadores con alteraciones o patología oculares y sistémicas. Pasando un mes, se reevaluó a los mismo trabajadores para comprobar los resultados obtenidos en la primera etapa. En total fueron 29 mujeres y 11 hombres de entre los 18 y 40 años. Los resultados derivados de este estudio, fueron 17 pacientes discrómatas con alteración en la visión al color, de los cuales, 2 presentaron protanopia, otros 3 presentaron deuteranopia y 12 tritanopia (**ADQUIRIDA**), concluyendo así una predominancia a colores **azules- amarillos** y comprobando así el grado de toxicidad que pueden llegar a causar químicos, solventes y gases a los que se encuentran expuestos los trabajadores y dándole importancia a la protección que se debe de tener para crear conciencia y prevención. ⁽²⁸⁾

Durante 2008 en la facultad de optometría de universidad la Salle en Bogotá, las alumnas Rueda O y Guarnizo G, elaboraron una tesis con la finalidad de comparar la efectividad del test cromático visual (software interactivo) y D-15, para la detección de las alteraciones de la visión cromática a los trabajadores de lavanderías de la región. Se tomaron en cuenta dos grupos distintos, cada uno con 15 personas. En el grupo control, se incluyeron personas que no reporten alteraciones de la visión cromática, de la misma edad y sexo; y en el otro grupo, trabajadoras del área de lavado, que reporten alteraciones de la visión cromática. El interés de la comparación de estas pruebas es detectar el tipo de discromatopsia que presenta cada paciente y poner a prueba el software. De los 15 pacientes discrómatas ambas pruebas detectan, 1 paciente con deuteranomalia, 5 protanomalos y 9 con tritanomalia. Se ha demostrado que las retinopatías tóxicas producen una discromatopsia **ADQUIRIDA** (pérdida en el rango azul-amarillo), mientras que las neuropatías tóxicas producen alteración en el componente rojo-verde. Sin embargo, en la tesis no se especifica si los empleados protanomalos y deuteranomalos, son por alteraciones congénitas o por intoxicación. Solo llegan a la conclusión de que al estar en contacto con químicos como los utilizados en las lavanderías producen alteraciones en la visión. ⁽²⁹⁾

En una investigación más reciente del 2018, se realizó una evaluación de la visión cromática en trabajadores de la industria textil expuestos a solventes orgánicos por Bolaños G, en la universidad la Salle en Colombia. Dicho estudio contó con una muestra de 59 trabajadores de la industria textil expuestos a solventes orgánicos y 59 controles en los cuales se realizó examen optométrico completo y valoración de la visión de color a través de la prueba de Ishihara de 14 láminas, las pruebas de discriminación al color D-100 y D-15, se evaluó el nivel de neurotoxicidad aplicando el cuestionario modificado Q16 (con el objetivo de identificar el nivel de neurotoxicidad de los trabajadores posteriormente correlacionarlo con los años de exposición y la aparición de síntomas neurotóxicos asociados a la exposición de solventes orgánicos), adicional a esto se aplicó un cuestionario de síntomas de percepción al color diseñado especialmente para el estudio. En D-100 de los pacientes expuestos se encontraron 49 sin alteración, 1 protan, 2 deutan y 7 tritan, a comparación con los no expuestos con 56 sin alteración, 1 protan, 2 deutan y ningún tritan. En D-15 en los pacientes expuestos se encontraron, 56 sin alteración y sólo 3 tritanes, mientras que los no expuestos en su totalidad salieron sin alteración. D-100 mostró por su parte, diferencias estadísticamente significativa entre el grupo de expuestos y el grupo control, lo que nos muestra que una evaluación más completa en todos los matices del color puede ser más sensible cuando pequeños cambios o alteraciones cromáticas adquiridas se producen. Los trabajadores expuestos a solventes orgánicos presentaron principalmente alteraciones en el eje azul amarillo (**ADQUIRIDAS**), 11.86 % de ellos evaluados con D-100 mostraron alteraciones cromáticas tipo tritanomalia, de igual forma un 5 % evaluados con la prueba D-15. ⁽³⁰⁾

En Irán en el año 2015, Heydarian S, Monireh M y Ahmad G, se realizó una evaluación comparativa de 50 hombres soldados contra 50 hombres no soldados, con el objetivo de investigar si se producía una deficiencia en la visión al color **ADQUIRIDA** derivada de la exposición (de 4 años mínimo) a radiación relacionada a dicha profesión. La prueba con la que fueron evaluados, fue D-15 desaturado, bajo iluminación de una lámpara fluorescente. Los resultados obtenidos fueron de un 15% de discromatopsias en hombres soldados, contra un 2% de discromatopsias en hombres no soldados. Enfocándonos en los resultados de hombres soldados, se encontró que no hay diferencia significativa entre las edades de los individuos y los resultados obtenidos, sin embargo, el tiempo laborando como soldados y el tiempo de exposición a radiación de soldadura es de gran relevancia. Hubo mayor número de discromatopsias obtenidas de manera monocular, y en cuanto al tipo de discromatopsia en colores Rojo – Verde, se halló un 6% en ojo derecho, un 2% en ojo

izquierdo y un 4% en ambos ojos. Respectivamente en colores Azul – Amarillo, se encontró un 12% e ojo derecho, un 8% en ojo izquierdo y un 10% en ambos ojos. Hubo un resultado adicional en cuanto a ambos tipos de discromatopsia, rojo- verde y azul- amarillo, con un 2% en ojo derecho y un 1% en ambos ojos. Se habla del uso de protección durante toda la jornada laboral de los soldadores, y así se llegó a la conclusión de que la exposición crónica a la luz de soldadura y el tiempo laboral de exposición a esta, puede causar una deficiencia en la visión al color. ⁽¹⁶⁾

CAPÍTULO 1

Transducción visual, visión al color y teorías

Los antiguos griegos pensaban que la visión era un “fluido interno” que emanaba del ojo. En la actualidad sabemos que es la energía radiante la que reflejada en los objetos que están en nuestro alrededor, incide en el ojo. ⁽¹⁸⁾ El espectro visible para los humanos en condiciones normales de iluminación, abarca de los 380 nm. a los 780 nm. ^(31,32,33)

El proceso visual puede ser dividido en seis fases:

- Organización del estímulo luminoso: Refracción de los rayos luminosos y el enfoque de imágenes en la retina.
- Fototransducción: Transformación de fotones en una señal nerviosa a través de la actividad fotoquímica, tiene lugar en los fotorreceptores de la retina.
- Codificación de señal visual en la retina: Procesamiento de la actividad neuronal en la retina y transmisión de impulso codificados a través del nervio óptico.
- Codificación de la señal visual en el tálamo: Amplificación de la señal visual de la retina y supresión de información no pertinente.
- Decodificación de la señal visual en la corteza: Procesamiento de la señal visual, primero en la corteza visual primaria posteriormente en el área de asociación que culmina con la percepción visual.
- Retroalimentación del sistema visual: Acomodación, abertura pupilar, movimientos oculares. ⁽³¹⁾

El sistema visual proporciona características cuantitativas y cualitativas de forma, dirección y velocidad de los objetos del mundo exterior a partir de los rayos de luz, que son energía electromagnética radiante compuesta por partículas denominadas fotones. ⁽³³⁾ Los sistemas sensoriales del organismo reciben estímulos del medio ambiente y los transforman en estímulos nerviosos que son transmitidos al cerebro. ⁽³⁴⁾ Para que el proceso de la visión ocurra es necesario que la energía luminosa atraviese los medios transparentes y refringentes del ojo y llegue a la retina. ⁽³³⁾

La retina y es la parte más importante del ojo en lo que corresponde a la visión. La retina es una membrana fotosensible que transforma los estímulos luminosos en energía electroquímica, que se transmite a los centros perceptivos del cerebro. Además, debido a su origen y estructura, la retina puede considerarse como parte del sistema nervioso central. ⁽³⁵⁾ Es la porción del ojo sensible a la luz que contiene: los conos, responsables de la visión

de los colores, y los bastones, que pueden detectar luz tenue y están encargados básicamente de la visión en blanco y negro y de la visión en la oscuridad. Ante la excitación de cualquiera de estas células, los impulsos se transmiten primero por la retina a través de las sucesivas capas de neuronas y, finalmente, siguen hacia las fibras del nervio óptico y la corteza cerebral. ⁽³⁶⁾

La retina está compuesta por, 3 capas que contienen los cuerpos neuronales y 2 capas de interacciones sinápticas denominadas plexiformes. La capa nuclear interna la cual contiene los cuerpos celulares de los conos y bastones. La capa nuclear externa que contiene los cuerpos celulares de las células horizontales, bipolares, amacrinas e interplexiformes, y la capa de células ganglionares, esta, contiene los cuerpos celulares de las células ganglionares. Entre estas 3 capas se localizan las capas plexiformes donde se realiza la mayor parte de contactos sinápticos de la retina. Además de las neuronas, en la retina existen tres tipos de células gliales: la microglia, los astrocitos y las células de Müller. ⁽³⁴⁾

Fotorreceptores

Los extremos terminales de conos y bastones y los ápices de las células del epitelio pigmentario están embebidos en la matriz fotorreceptora.

Los conos son células responsables de la visión en condiciones de alta luminosidad, es decir, visión fotópica. Se encuentran situados en la fovea, que es el área de mayor sensibilidad de la retina y su número va disminuyendo hacia la retina periférica. Los bastones en cambio son células encargadas de la visión con baja luminosidad, es decir, visión escotópica. El segmento externo de cada cono y cada bastón contiene entre 700 y 1000 discos de membrana plasmática que incluyen pigmentos fotosensibles. ⁽²⁸⁾

Los discos de los bastones flotan libremente y están rodeados de la membrana plasmática, mientras que los discos de los conos son continuación de la membrana plasmática. El segmento interno de cada fotorreceptor contiene una densa concentración de mitocondrias intracelulares que sintetizan los nuevos discos del segmento externo.

Los axones de los conos y los bastones hacen sinapsis con las células horizontales y bipolares en la capa plexiforme externa. Las células horizontales conectan los fotorreceptores, principalmente los bastones, entre sí. Los axones de las células bipolares establecen sinapsis con las células amacrinas y con dendritas de las células ganglionares en la capa plexiforme interna. Los axones de las células ganglionares se unen para formar el nervio óptico y se extienden hasta el cerebro. ⁽²⁸⁾

La retina sensitiva humana contiene unos 100 millones de bastones y 6 millones de conos. El disco óptico no contiene fotorreceptores y es por eso que es una mancha ciega en el campo visual. La fovea contiene aproximadamente 200,000 conos/mm². El resto de la retina contiene unos 5000 conos/mm². La densidad máxima de los bastones se encuentra a unos 3mm de la fovea donde hay unos 150000 conos/mm² y luego cae menos abruptamente que la población de conos hasta 35000 bastones/mm² en la periferia temporal y unos 60000 en la periferia nasal.

La fotoquímica de la visión sucede cuando una parte del espectro electromagnético que constituye la luz (de 400 a 700nm) es absorbido por el pigmento de los discos fotorreceptores retinianos se inicia un potencial eléctrico gradual. Alternativamente, la energía electromagnética transfiere su oscilación a una molécula fotorreceptora con la que comparte la misma frecuencia natural produciendo un cambio en su forma. El potencial es amplificado y modulado en las capas internas de la retina y es propagado hasta el cerebro. Para el desarrollo de la visión del color y tener la capacidad de distinguir los colores, hay tres tipos de conos, cada uno de los cuales contiene un pigmento visual distinto. Este pigmento consta de dos porciones, una que es idéntica para todos los tipos de conos llamada 11-cis aldehído de la vitamina A 2, y la otra que es variable para todos, una proteína llamada opsina. Los conos que son sensibles al rojo contienen eritropsina (luz roja), los que son sensibles al verde contienen cloropsina (luz verde), y los que son sensibles al azul contienen cianopsina (luz azul) (Figura 1).

Los bastones a diferencia de los conos contienen rodopsina, que es una proteína la cual es sensible a la luz verde azulada (visión escotópica), correspondiente a longitudes de onda cercanas (500 nm).

Cuando la parte del espectro electromagnética conocida como luz visible (400 a 770nm) es absorbida por el pigmento visual de los conos y bastones, se transmite el impulso nervioso hasta el cerebro produciendo una sensación subjetiva. ⁽²⁸⁾

Los receptores hacen sinapsis con las células bipolares, que transmiten el mensaje a las ganglionares. En la primera sinapsis que tiene lugar en la plexiforme externa, la señal visual es regulada por las células horizontales, que contribuyen además a definir a la resolución espacial de la imagen que se proyecta en la retina. En la segunda sinapsis, en la plexiforme interna, las células amacrinas organizan la resolución temporal que llevarán a cabo las células ganglionares, únicas células de la retina cuya respuesta al estímulo luminoso consiste en la modulación de la frecuencia de descarga básica de los potenciales de acción que están emitiendo en situación de oscuridad. Éstas conectan mediante sus largos axones

que constituyen el medio óptico con el tálamo en su vía aferente y con los colículos superiores y otras estructuras encefálicas que serán las vías de retroalimentación para los reflejos visuales y los movimientos oculares. Desde el tálamo la vía visual hace relevo en la corteza occipital o corteza visual primaria para culminar en la corteza visual de asociación en parte de los lóbulos temporal y parietal posterior. ⁽³¹⁾

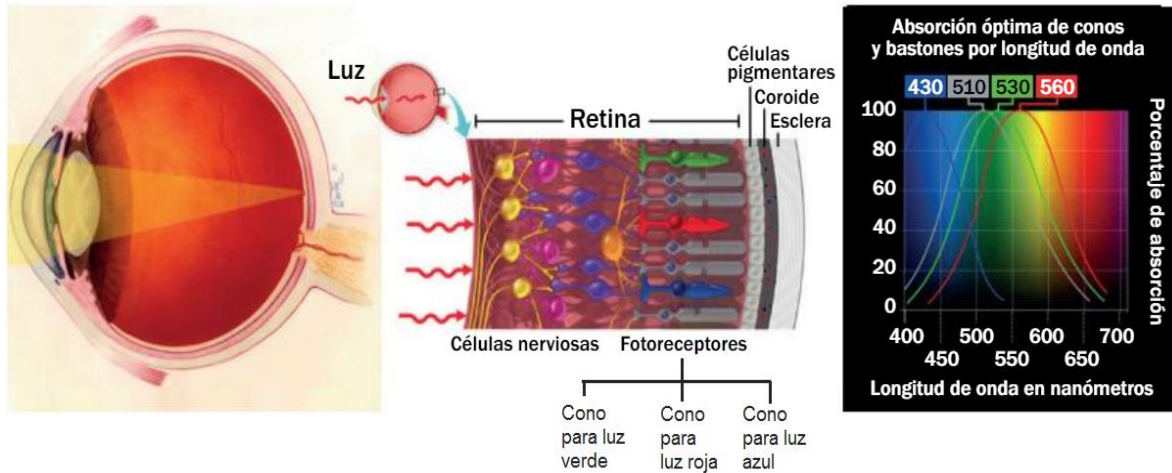


Figura 1. Estructura de las capas en retina. Se muestran los conos sensibles a opsina. (Tomada de Editorial Users. “Retina” 2017).

Proceso de la visión al color

La percepción del color a lo largo de la escala evolutiva, ha permitido a las diferentes especies animales, encontrar el alimento, evitar al depredador, protegerse, comunicarse con los de su misma especie y en general le ha ayudado a sobrevivir en el medio y perpetuar la especie.

Podríamos definir la visión cromática como el aspecto de la capacidad visual por la que se pueden distinguir diferencias entre dos campos de visión del mismo tamaño y forma. ⁽³⁷⁾

El color es un atributo que percibimos de los objetos cuando hay luz. Todo el mundo que nos rodea es de colores siempre y cuando haya luz. Todos los cuerpos están constituidos por sustancias que absorben y reflejan las ondas electromagnéticas, es decir, absorben y reflejan colores. Cuando un cuerpo se ve blanco es porque recibe todos los colores básicos del espectro (rojo, verde y azul) los devuelve reflejados, generándose así la mezcla de los

tres colores, el blanco. Si el objeto se ve negro es porque absorbe todas las radiaciones electromagnéticas (todos los colores) y no refleja ninguno. ⁽³⁸⁾

Para poder comprender el transcurso de la visión al color, se deben conocer las causas y los orígenes de esta. Contrario a lo que se conoce, el color, no es una propiedad física de los objetos; en realidad, para poder "ver" una escena cualquiera, basta con que exista una fuente emisora de radiación electromagnética que "ilumine" la escena; un dispositivo receptor que capte la radiación reflejada por los objetos y un "procesador" que interprete los resultados. ⁽³⁹⁾

La luz está constituida por ondas electromagnéticas que se propagan a unos 300.000 km por segundo. Esa luz no viaja en línea recta sino en forma de ondas. Es lo que se conoce como el carácter ondulatorio de la luz. Cada una de esas ondas tiene una longitud de onda diferente que es lo que produce los distintos tipos de luz, como la luz infrarroja, la luz ultravioleta o el espectro visible. El espectro visible es aquel en el que la longitud de la onda está comprendida entre los 380 y los 770 nanómetros ya que el ojo humano sólo es capaz de percibir ese tipo de luz. (Figura 2).

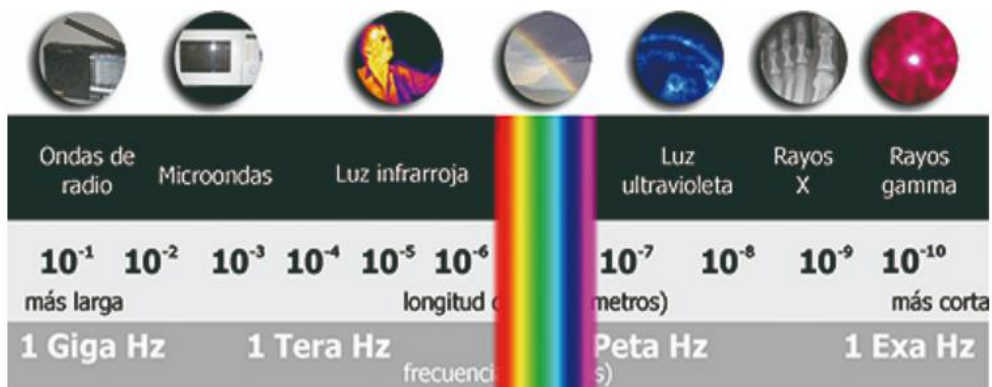


Figura 2. En el centro de la imagen podemos observar el espectro visible, que va desde los 320 nm a los 770 nm. También se aprecia el espectro invisible llamado así porque el ojo humano no es capaz de percibir este tipo de luz. (Tomada de Ballesteros F. "Los colores del universo" 2015.)

El principal componente de un color es la longitud de onda de la luz y, para una sensación de color determinada, existen tres factores determinantes: La saturación, el matiz, y la brillantez. ⁽⁴⁰⁾

Definiremos cada una de estas cualidades:



Figura 3. Características del color: Matiz, Brillo y Saturación. (Tomada de blog Arte en general. 2016)

- Saturación: La saturación de un color indica su dilución en blanco. Los colores saturados son intensos, vívidos o fuertes. Los colores pálidos son poco saturados, es decir están más diluidos en blanco.
- Matiz: El matiz o tono es la propiedad por la cual se puede distinguir el tipo de color: rojo, verde azul, violeta, etc. En el aspecto físico va relacionado con la longitud de onda dominante. Las luces monocromáticas (de una sola longitud de onda) corresponden a colores espectrales puros.
- Brillo: Se refiere a la cantidad de luz que emite una fuente o refleja un objeto. ⁽³⁵⁾
(Figura 3).

Teorías del color

La luz es y ha sido uno de los objetos científicos más apasionantes y debatidos a lo largo de la historia. ⁽⁴¹⁾

El color nos produce muchas sensaciones, sentimientos, diferentes estados de ánimo, nos transmite mensajes, nos expresa valores, situaciones y sin embargo no existe más allá de nuestra percepción visual. Para que el color tenga sentido, debe haber luz incidiendo en el objeto y existir un órgano receptor: el ojo humano. ⁽⁴²⁾ La percepción del color nos posibilita la capacidad de poder distinguir un objeto de otro y a localizar objetos por los diferentes contrastes y tonalidades.

El color es y ha sido uno de los objetos más estudiados por científicos, físicos, filósofos y artistas, cada uno de diferente manera por su campo y se ha llegado a distintas

conclusiones; por lo tanto han sido debatidos a lo largo de la historia para tener los conocimientos actuales. ⁽⁴¹⁾

- El filósofo Aristóteles (384 - 322 AC) sentenció que todos los colores se forman con la mezcla de cuatro colores. Estos colores, que denominó como básicos, y los cuales eran los de tierra, el fuego, el agua y el cielo.
- Leonardo Da Vinci (1452-1519) definió al color como propio de la materia. Hizo la siguiente escala de colores básicos: primero el blanco como el principal ya que permite recibir a todos los demás colores, después el amarillo para la tierra, verde para el agua, azul para el cielo, rojo para el fuego. Por último, el negro para la oscuridad, ya que es el color que nos priva de todos los otros.
- Isaac Newton (1641-1727) quien, en 1666, tuvo las primeras evidencias de que el color no existe. Newton dejó pasar un pequeño haz de luz blanca a través de un orificio y sobre este haz luminoso interpuso un prisma (Figura 4) y comprobó que, al pasar la luz a través de él, el rayo de luz se descomponía y aparecían siete colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. Esto no es, ni más ni menos, que la descomposición de la luz en los colores del espectro. Un principio hasta hoy aceptado: la luz es color.



Figura 4. Experimento de Newton con prisma, comprobando la descomposición de la luz en 7 colores del espectro visible. (Tomado de ttamayo.com. escrito por González J. La teoría del color según Newton, Goethe, Turner y otros grandes artistas. 2019).

Con esta observación dio lugar al siguiente principio: todos los cuerpos opacos al ser iluminados reflejan todos o parte de los componentes de la luz que reciben. Por lo tanto cuando vemos una superficie roja, realmente estamos viendo una superficie de un material

que contiene un pigmento el cual absorbe todas las ondas electromagnéticas que contiene la luz blanca con excepción de la roja, la cual al ser reflejada, es captada por el ojo humano y decodificada por el cerebro como el color denominado rojo.

- Johann Goethe (1749-1832) estudió y probó las modificaciones fisiológicas y psicológicas que el ser humano sufre ante la exposición a los diferentes colores y su manera de reaccionar ante ellos. Desarrolló un triángulo con tres colores primarios rojo, amarillo y azul y relacionó a cada color con ciertas emociones. ⁽³⁸⁾
- En 1807, Thomas Young, presenta su teoría de los colores primarios, tras experimentar y llegar al hallazgo de que los colores del espectro visible pueden ser reducidos a tres colores básicos de mismo espectro, con los cuales se puede recomponer la luz blanca. A estos colores básicos: rojo, verde y azul, los llamaremos colores primarios. Posterior a estos surgieron los colores secundarios en base a la superposición de parejas de los colores primarios: rojo – verde: amarillo, rojo-azul, magenta, verde-azul: cian. ⁽⁴³⁾
- Ewald Hering (1920/1964), desarrolló en 1872, la teoría del proceso oponente establece que los fotorreceptores de cono están unidos para formar tres pares de colores opuestos: azul / amarillo, rojo / verde y negro / blanco (figura 5). La activación de un miembro del par inhibe la actividad en el otro. De acuerdo con esta teoría, no se pueden ver dos miembros de un par en el mismo lugar, lo que explica por qué no experimentamos colores como "amarillo azulado" o "verde rojizo". Esta teoría también ayuda a explicar algunos tipos de deficiencia de la visión del color. Por ejemplo, las personas con deficiencias dicromáticas pueden igualar un campo de prueba utilizando solo dos primarios. Dependiendo de la deficiencia, confundirán rojo y verde o azul y amarillo. ⁽⁴⁴⁾

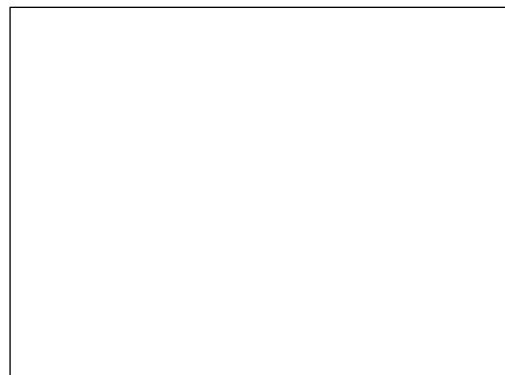
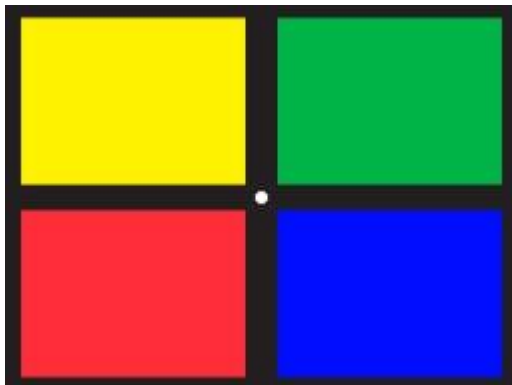


Figura 5. Justificación de teoría de los oponentes por Hering. Con este ejercicio se demuestra la teoría de colores oponentes. Observar el punto blanco en la imagen izquierda durante 30 segundos, posteriormente observar el recuadro blanco y notaremos cómo se invierten los colores de acuerdo a su color opuesto. (Tomado de Teorías de la codificación del color por Sistema visual. 2014).

La teoría del proceso oponente explica cómo vemos el color amarillo aunque no hay cono amarillo. Es el resultado de las conexiones excitatorias e inhibitorias entre los tres tipos de cono. Cuando un miembro del par de colores se "fatiga" mediante una observación prolongada, se reduce la inhibición de su correspondiente miembro de par. Esto aumenta el nivel de actividad relativa del miembro de pareja sin fatiga y da como resultado que se perciba su color y de esta manera explicaríamos las postimágenes en color. ⁽⁴⁵⁾

- Sumner y Mollon en 1989 y 1997, hablaron de la evolución de la visión cromática relacionada con la capacidad de poder recolectar alimento a través de la diferencia de matices y contrastes en los fondos. ⁽⁴⁶⁾
- Tanaka en 2001, escribió que el color nos ayuda también a identificar y reconocer cosas, por ejemplo; se asocia el color amarillo con el plátano. Saber los colores de los objetos conocidos nos ayuda a reconocerlos. ^(46,47)

Discromatopsias

Como ya se explicó con anterioridad, la visión al color consiste en un proceso complejo de reacciones bioquímicas, sin embargo, como en todo proceso y organismo diferente, existen alteraciones que impiden o afectan parcial o completamente la llegada y traducción de dichas reacciones químicas, lo cual se traduce a un cambio en la percepción y el reconocimiento de un color o colores específicos, a esto se le conoce como discromatopsia. Las causas de las discromatopsias pueden ser dos:

1. Las discromatopsias congénitas, son alteraciones en la visión por herencia, es decir, ocurre un desarrollo incompleto en las células fotorreceptoras encargadas de la visión al color. En este tipo de alteración el problema predomina en el eje rojo-verde y genéticamente está ligado al cromosoma X; si un varón hereda un cromosoma X con esta alteración, este varón será discromata, en cambio, una mujer debe heredar

ambos cromosomas X con la misma alteración para que resulte discromata, sin embargo al heredar solo una X con ese gen, automáticamente se convierte en portadora, pudiendo así transmitir ese gen a toda su descendencia.

Deficiencias en eje Rojo-Verde

Protan: Deficiencia de conos en longitudes de onda largas

Protanómalo: Sensibilidad alterada

Pronanope: Pérdida

Deutan: Deficiencia de conos en longitudes medias

Deuteranómalo; Sensibilidad Alterada

Deuteranope; Pérdida

2. Las discromatopsias adquiridas

Tipos:

- Biológicas: Alteraciones secundarias a:
 - Enfermedades oculares (neuritis óptica, glaucoma, catarata).
 - Enfermedades sistémicas (esclerosis múltiple, diabetes, hipertensión).
 - Resultado de un traumatismo craneal.
- Químicas: Alteraciones en la visión como consecuencia de la exposición a:
 - Ciertas sustancias químicas (disolventes orgánicos, plomo, etanol)
 - Medicamentos (sildenafil, etambutol, psicofármacos, anticonceptivos)
 - Drogas (alcohol, tabaco, marihuana)
 - Toxicidad por exposición a luz ultravioleta e infrarroja. ⁽⁴⁸⁾

Este tipo de discromatopsias, a comparación de las congénitas, no se centra solo en un eje cromático, puede haber alteración en eje amarillo-azul o en rojo-verde, dependiendo de la zona afectada.

Las discromatopsias adquiridas, pueden ser asimétricas, se pueden presentar en un ojo y en el otro estar ausente.

Puede estar también acompañada de alguna otra deficiencia visual, como disminución de campo visual y/o AV visual, baja de sensibilidad al contraste, entre otras. ⁽⁴⁹⁾

A diferencia de las congénitas, la prevalencia por sexo, es la misma.

Deficiencias en eje Azul-amarillo

Tritan: Deficiencia de conos en longitudes de onda cortas

Tritanómalo: Sensibilidad alterada

Tritanope: Pérdida

CAPÍTULO 2

Toxicidad

Así como hay espectro visible, se tiene un espectro electromagnético más bajo que el primero y este es la radiación ultravioleta, la cual se divide dependiendo de su longitud de onda en tres categorías:

- UVA: su longitud de onda comprende de 320 a 400 nm, este tipo de luz, penetra en la piel causando cambios en ADN y puede generar cáncer de piel.
- UVB: su longitud comprende de 280 a 320 nm, al penetrar en la superficie cutánea puede causar quemaduras superficiales, envejecimiento y bronceado superficial.
- UVC: su longitud va de 100 a 280 nm, este tipo de luz no penetra la capa de ozono.⁽²⁷⁾ (Figura 6).

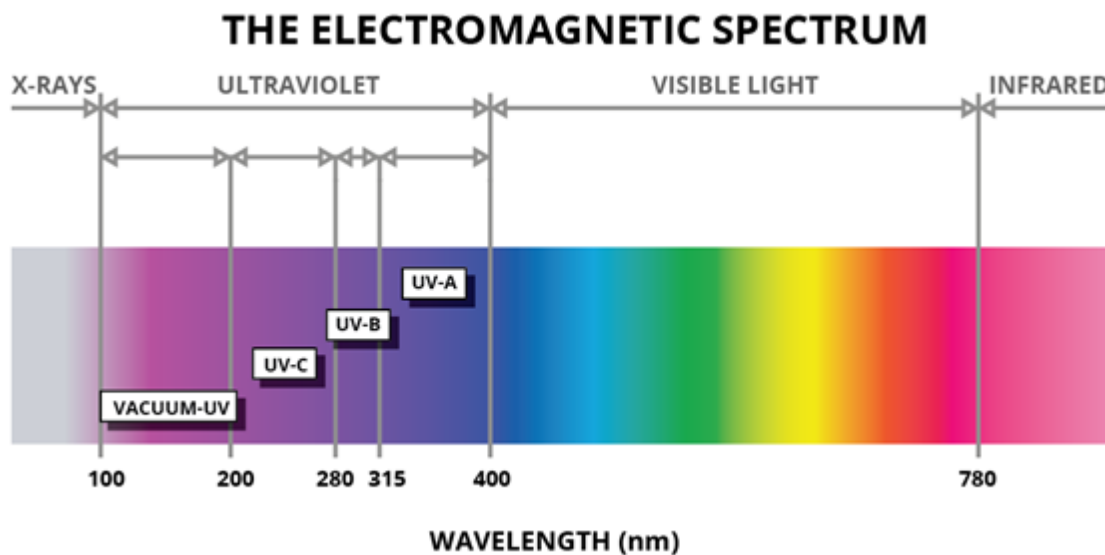


Figura 6. Espectro electromagnético. Se observan con más detalle el espectro ultravioleta y su longitud de onda. Al igual que el espectro visible e infrarrojo. (Tomado de Fyffe C. "What are ultraviolet lights good for?" 2016).

La principal radiación ultravioleta es la luz solar, sin embargo, también existen otros tipos de radiación artificial, este tipo de radiación está compuesta de radiación visible, radiación ultravioleta y radiación infrarroja. Tanto la luz artificial como la natural, pueden alterar el sistema humano, causando así problemas de salud. Generalmente los tipos que son más dañinos son la radiación ultravioleta y la luz azul.

Los seres humanos se encuentran expuestos a la acción de numerosos agentes genotóxicos (agentes capaces de dañar al DNA y sus componentes relacionados). Entre ellos se encuentra la radiación UV. ⁽⁵⁰⁾

Efectos de la radiación

La radiación está presente en nuestra vida diaria y las personas nos encontramos expuestas a dosis pequeñas de radiación, esta, aparentemente no ocasiona ningún efecto biológico, sin embargo cuando las cantidades exceden ciertos niveles o tiempos relativamente prolongados conlleva una alta probabilidad de desarrollar cáncer o daños de importantes.

Entre los principales peligros a los que se exponen y las afectaciones a la salud para los trabajadores que laboran en las áreas de soldadura están la posibilidad de contraer cáncer de pulmón, de laringe y en el tracto urinario, bronquitis, asma, neumonía, enfisema, neumoconiosis (enfermedades relacionadas con polvos), disminución de la capacidad pulmonar, silicosis (causada por la exposición a sílice) y siderosis (enfermedad relacionada con polvos óxidos de hierro en los pulmones), también se pueden generar enfermedades del corazón, enfermedades de la piel, pérdida auditiva, gastritis crónica (inflamación del estómago), gastroduodenitis (inflamación del estómago y del intestino delgado) y úlcera delgado. También se ha observado el retraso en la concepción e inclusive la no concepción entre soldadores y sus parejas. ⁽⁵¹⁾

Debido a la exposición a la radiación, la pérdida de la visión es uno de los factores que más tienen repercusión sobre los soldadores.

Los principales daños en las distintas estructuras oculares son:

- Párpados: Enrojecimiento, quemaduras, muerte de las células de la piel.
- Córnea: Daño en epitelio y estroma, vascularización y sensibilidad corneal, úlceras u opacificación.
- Iris: Hinchazón, muerte celular, miosis pupilar, inflamaciones y quemaduras.
- Cristalino: Catarata
- Retina: Fototoxicidad, quemaduras, despigmentación. ⁽⁵²⁾

El órgano más susceptible al daño de la radiación es el ojo, ya que es el primero que absorbe radiación tanto natural como artificial. Cada día la retina humana absorbe radiación y esto puede aumentar considerablemente por la exposición laboral o de actividades al aire libre. La luz está compuesta de partículas llamadas fotones, cuando una molécula es absorbida por un fotón, este le transfiere su energía, y el daño que transfiere depende de la longitud de onda, la duración, intensidad y tamaño de la zona, cuanto mayor sea la concentración de la radiación, mayor será el daño. La exposición a la luz durante un período prolongado de tiempo puede ser el resultado de cambios químicos en las células retinianas con un resultado de muerte celular, que se conoce como daño fotoquímico. También puede acelerar la evolución de las degeneraciones hereditarias de los fotorreceptores retinianos.

Se basa en relacionar la toxicidad del espectro visible y radiación con lesiones en tejido retiniano. Es decir, una exposición crónica que causa reacciones químicas fototóxicas en los tejidos afectados con una lesión degenerativa. El daño fotoquímico sucede cuando la tasa de deposición de energía es demasiado baja para producir un aumento de la temperatura en el tejido, entonces el daño tisular que resulta se debe necesariamente a reacciones químicas (oxidativo).⁽⁵³⁾

Entre los diferentes tipos de radiación artificial que existe, se encuentra la radiación de luz de soldadura.

Radiación de soldadura por arco

El arco de soldadura consiste en una descarga eléctrica sostenida a través de un gas ionizado, en alta temperatura, que genera un calor suficiente para promover la fusión localizada de metales.⁽⁵⁴⁾ (Figura 7).

El arco eléctrico que se utiliza como fuente calórica y cuya temperatura alcanza sobre los 4.000°C, desprende radiaciones visibles y no visibles. Dentro de estas últimas, tenemos aquellas de efecto más nocivo como son los rayos ultravioleta e infrarrojo.

Cuando se realiza una soldadura al arco, durante la cual ciertas partes conductoras de energía eléctrica están al descubierto, el operador tiene que tener especial cuidado con las reglas de seguridad, a fin de contar con la máxima protección personal y también proteger a las otras personas que trabajan a su alrededor. La protección de la vista es un asunto tan importante que merece consideración aparte.⁽⁵⁵⁾

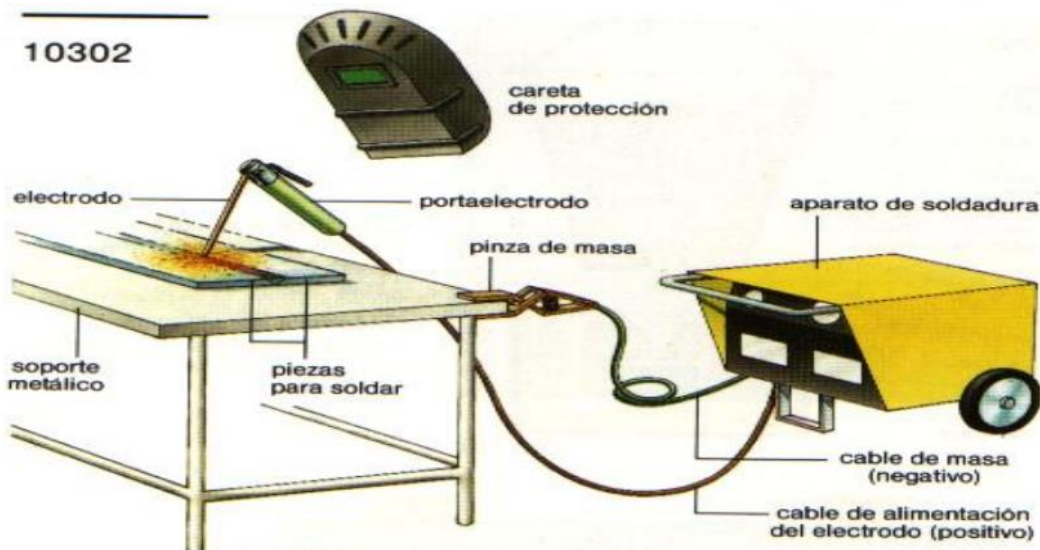


Figura 7. Soldadura por arco. Para unir dos metales de igual o parecida naturaleza mediante soldadura eléctrica al arco es necesario calor y material de aporte (electrodos). El calor se obtiene mediante el mantenimiento de un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza a soldar. (Tomada de IES Bajo Aragón. “Soldadura por arco” España. 2020)

Medidas de prevención

Son las acciones que se adoptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, dirigidas a proteger la salud de los trabajadores contra aquellas condiciones de trabajo que generan daños. ⁽⁵¹⁾

- Ventilación
- Eliminación de materiales de desecho
- Protección respiratoria
- Camisas de manga larga de lana o algodón, abotonada hasta la parte de arriba para protección del cuello.
- Pantalones lo suficientemente largos para alcanzar a cubrir las botas o zapatos de seguridad.
- Guantes de cuero, tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas
- Coletos o delantales de cuero, para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.

- Polainas y casaca de cuero, cuando es necesario hacer soldadura en posiciones vertical y sobrecabeza, deben usarse estos aditamentos, para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
- Zapatos de seguridad, que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras, con puntas de acero y la parte superior debe ser lisa.
- Gorro, protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hace soldadura en posiciones.
- Máscara de soldar, protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros, de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas.

El tipo de quemadura que el arco produce en los ojos puede ser temporal o permanente, y extremadamente doloroso. Su efecto es como “tener arena caliente en los ojos”. Para evitarla, debe utilizarse un lente protector (vidrio inactínico) que ajuste bien y, delante de éste, para su protección, siempre hay que mantener una cubierta de vidrio transparente, la que debe ser sustituida inmediatamente en caso de deteriorarse. A fin de asegurar una completa protección, el lente protector debe poseer la densidad adecuada al proceso e intensidad de corriente utilizada. ^(55,56)

Los ojos deben de protegerse de riesgos como partículas suspendidas, metal, derretido, químicos líquidos, líquidos ácidos, o cáusticos, gases o vapores químicos, material potencialmente infeccioso o radiación luminosa potencialmente dañina.

Existen diferentes tipos de protectores de ojos: (Figura 8)

- Gafas de seguridad
- Gafas ajustadas
- Máscaras de soldar
- Gafas de seguridad de láser
- Caretas ⁽⁵⁷⁾



Figura 8. Tipos de gafas protectoras. Muestra de los diferentes diseños de protección facial y ocular. (Tomada de productos Lincoln Electric. 2020).

Las gafas protectoras, los cascos y caretas de soldar con filtros de cristal oscuro se usan para prevenir esta exposición. En años recientes se han comercializado nuevos modelos de cascos en los que el filtro de cristal es transparente lo que permite ver el área de trabajo cuando no hay radiación UV, pero se auto oscurece en cuanto la luz se produce al iniciarse la soldadura. ^(58,59) Los lentes y caretas protectoras tienen filtros contra radiaciones peligrosas que la soldadura emite, por lo tanto es importante conocer qué filtro es ideal para los distintos tipos de soldadura que existen. (Figura 9)

TABLA ANSI /ASC Z49.1-94				
Proceso	Espesor (mm)	Intensidad (A)	Mínimo n° de filtro	N° filtro adecuado
Electrodo revestido		< 60	7	-
		60 – 160	8	10
		160 - 250	10	12
		250 - 550	11	14
Soldeo MIG-MAG		< 60	7	-
		60 – 160	10	11
		160 - 250	10	12
		250 - 550	10	14
Soldeo TIG		< 50	8	10
		50 – 150	8	12
		150 – 500	10	14
Soldeo por PLASMA		< 20	6	6-8
		20 – 100	8	10
		100 – 400	10	12
		400 – 800	11	14
Soldeo OXIGAS	4			4 - 5
	4-13			5 - 6
	> 13			6 - 8
OXICORTE	< 25			3 - 4
	25 -150			4 - 5
	> 150			5 - 6
ARCO AIRE		< 500	10	12
		500 – 1000	11	14
Corte por PLASMA		< 300	8	9
		300 – 400	9	12
		400 - 800	10	14
Soldeo Fuerte con Soplete				3 - 4
Soldeo blando con soplete				2

Figura 9. Tipos de soldaduras e intensidad de cada una. Se presenta el filtro recomendado adecuado a las características y niveles usados en cada proceso. (Tomado de Rubio G. Manual para la formación de nivel superior en Prevención de Riesgos Laborales, 2020).

CAPÍTULO 3

Pruebas para la evaluación de visión al color

Evaluar la visión al color es de suma importancia y es una tarea que como profesionales de la salud visual debemos tomar en cuenta en nuestros exámenes rutinarios con cada paciente, ya que podemos identificar posibles discromatopsias, ya sea adquiridas o hereditarias. Por lo tanto hay diferentes pruebas que nos permiten dar un diagnóstico adecuado, algunas diseñadas para niños o pacientes con habilidades diferentes, y otras para adultos, dependiendo de la condición de cada paciente. También, dichas pruebas nos muestran el tipo de discromatopsia que presentan y la magnitud de ella, de esta forma podemos entender si nuestro paciente podría tener alguna dificultad para realizar algunas tareas en cuestiones académicas, laborales e incluso en actividades cotidianas para poder brindar una correcta orientación.

A continuación se enlistan las diferentes pruebas de para evaluación de visión al color y función de cada una de ellas.

Pruebas pseudoisocromáticas

- Ishihara
- Ishikawa
- HRR
- Marsubara

Pruebas de ordenación

- D- 15 saturado y desaturado
- D-100 saturado y desaturado

Las pruebas pseudoisocromáticas constan de varias láminas encuadernadas, con figuras o números, basadas en las líneas de confusión de CIE creadas en 1935, constan en rectas isocromáticas o líneas de confusión con el objetivo de unir una longitud de onda con otra y que la línea o recta formada por la unión cruce a través del color blanco, que es el centro gráfico.

Ishihara

Fue elaborada en 1917 por el Dr. Shinobu Ishihara, es una de las pruebas mayormente conocidas, solo detecta anomalías congénitas y consta de 38 láminas de puntos de colores que forman patrones de números. La primera lámina es visible para tricrómatas y discrómatas usada como piloto, a partir de la lámina 2 y hasta la 17, el paciente discrómata no percibirá ninguna imagen o creará patrones confusos, de la lámina 18 a la 21 ya no se muestran números, si no, caminos de colores, un paciente discrómata refiere percibir números. Las láminas de la 22 a la 27 son de las más relevantes ya que nos permite diferenciar anomalías protanes o deutanes. Las últimas láminas generalmente se usan como prueba complementaria para pacientes que no reconocen números.

Ishikawa

Es una prueba muy similar a Ishihara. Consta de 19 láminas con patrones numéricos. Las primeras 4 láminas son pruebas piloto, de la 5 a la 14 nos detecta si hay discromatopsia o no, y de las 15 a las 19, clasifica si es deutan o protan, sin especificar severidad.

Matsubara

Esta prueba solo evalúa discromatopsias congénitas, es específica para niños y pacientes de educación especial, ya que tiene un formato de animales y flores, formas básicas y cómodas de identificar para cualquier persona.

Consta de 10 hojas, de la hoja 1 a la 6, demuestra si el paciente discrómata o tricrómata, de las 7 a la 10 se determina si el paciente es deutan o protan.

HRR

Prueba desarrollada en el año 1954, formada por 24 hojas que evalúan discromatopsias congénitas y adquiridas; así como el nivel de afección usando la saturación. A diferencia de las pruebas anteriormente mostradas, esta nos muestra figuras geométricas esenciales (círculo, cuadrado, triángulo y cruz) sobre fondos grisáceos (Figura 10). Las primeras 4 hojas son evaluación piloto, visibles para tricrómatas y discrómatas. La hoja número 5 y 6 sirven para detectar anomalías en eje azul-amarillo, y de la 7 a la 10, para anomalías en ejes verde-rojo. De la hoja 11 a la 20, logramos diferenciar entre protan y deutan e intensidad de alteración. Y de la 21 a las 24 evalúa intensidad en alteración de eje azul-amarillo.

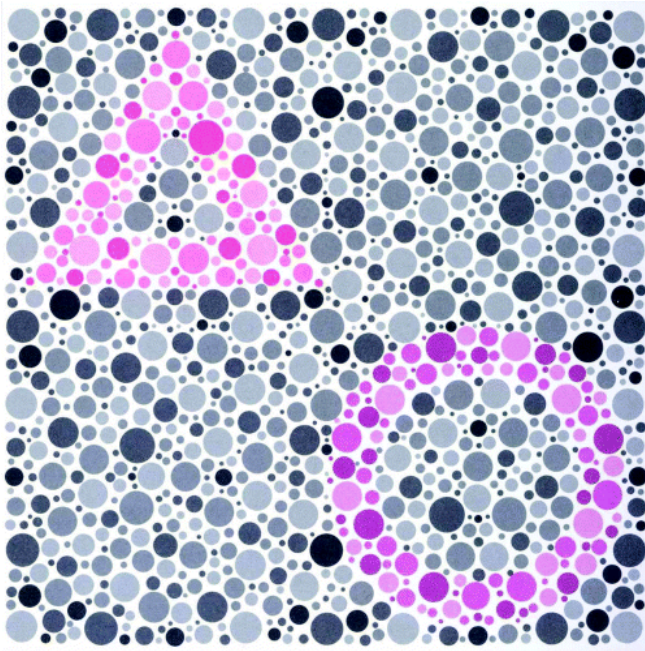


Figura 10. HRR. Ejemplificación de láminas de la prueba HRR, muestra figuras geométricas básicas para facilitar el trabajo con cualquier paciente. (Tomada de Cole and B.L. 2006).

Todas las pruebas anteriormente mencionadas se realizan con una buena iluminación artificial con lámparas de luz blanca, de manera monocular, con su mejor graduación y en caso de ser paciente presbita, con adición colocada.

Las pruebas de ordenación

Consisten en una serie de fichas ordenadas, basadas en el sistema de color Munsell, En 1904 Munsell publicó A color notation, el trabajo se desarrolló a partir de tres conceptos: tono, valor y croma, que corresponden respectivamente a la longitud de onda, brillo y fuerza, o pureza de color.

En el sistema Munsell, los tonos se organizaron de manera circular con cinco tonos principales equidistantes entre sí (rojo, amarillo, verde, azul y púrpura). Mientras que los tonos intermedios se encuentran situados entre los tintes principales y resultan de la mezcla de los tintes principales de los extremos. ⁽⁶⁰⁾

Tienen como objetivo principal identificar la severidad de las alteraciones cromáticas y evaluar las complicaciones ocupacionales que pudiera presentar una persona con dichas alteraciones.

D-100

La prueba de FM Hue100 es llamada así ya que inicialmente contenía 100 fichas que posteriormente fueron reducidas a 85 (Figura 11) debido a que la diferencia entre algunos matices era prácticamente imperceptible. Las fichas deben ser ordenadas de acuerdo a su nivel de tonalidad y pureza del color en 4 grupos (De rojo a verde, de verde a azul, de azul a violeta, y de violeta o rojo). Las fichas en la parte de abajo cuentan con una numeración que corresponde al orden correcto (tricrómata). Esta prueba detecta anomalías o cegueras (intensidad) y si son alteraciones congénitas o adquiridas.



Figura 11. D-100. Una serie de 85 fichas diseñadas con el fin ser ordenadas de acuerdo al tono o matiz para evaluación cromática. (Tomada de: Pujol J. Tecnología del color. 2002).

D-15

Farnsworth D15 fue descrito por Dean Farnsworth en 1943, prueba formada por 16 fichas, las cuales se deben ordenar por similitud cromática en tonos. La prueba comienza con una ficha piloto color azul y de ahí se parte para colocar en orden las siguientes 15 fichas. Esta prueba se presta para trabajar con niños por el tiempo a comparación de D-100. Las fichas en la parte de abajo llevan una numeración que debe quedar ordenada de manera correcta (tricrómata).

Esta prueba detecta anomalías o cegueras (intensidad) y si son alteraciones congénitas o adquiridas. ^(30, 11, 61)

Todas las pruebas anteriormente mencionadas se realizan con una buena iluminación artificial con lámparas de luz blanca, de manera monocular, con su mejor graduación y en caso de ser paciente présbita, con adición colocada.

Metodología

Tipo de estudio:

El presente trabajo es de corte OBSERVACIONAL, DESCRIPTIVO, TRANSVERSAL.

Fases del estudio

Fase1. Se elaboró una historia (Apendice 1) clínica específica para pacientes con actividades laborales en soldadura tomando en cuenta: el tiempo laborando en la empresa, el tiempo laborando de manera particular o en otras empresas ajenas, el periodo de horas en las jornadas laborales de cada empleado, la protección usada durante las jornadas de trabajo, la protección usada en trabajos particulares fuera de la empresa, salud general, ocular y antecedentes heredofamiliares. La historia clínica también incluyó salud general, ocular y antecedentes heredofamiliares. Se discriminaron los factores de riesgo adquiridos que causan problemas de visión al color, como adicciones, medicamentos, enfermedades sistémicas y oculares; también se cuestionó acerca de antecedentes familiares discrómatas.

Se realizó una carta de consentimiento informado (Apendice 2) para garantizar la participación voluntaria de cada trabajador en la investigación, la cual fue entregada a cada uno de ellos para ser firmada.

Fase 2. Se realizó un total de 3 visitas (la primera se realizó el 10 de Septiembre del año 2018, la segunda el 11 de Septiembre del 2018 y la última fue el día 01 de Octubre del mismo año) a una fábrica de montacargas ubicada en Calle 22, Benito Juárez, 76089 Santiago de Querétaro, Qro. Para la evaluación de los trabajadores.

Se hizo revisión a 216 trabajadores, esta revisión incluyó:

1. Toma de AV de manera monocular y con ambos ojos, usando una pantalla digital adaptándola a las distancias de lugar.
2. Retinoscopía y prueba ambulatoria en cada paciente.
3. Se hizo revisión de fondo de ojo con oftalmoscopia para detectar o descartar patologías y para revisión rutinaria.
4. Se evaluó campo visual en cada paciente, con pantalla tangente y se detectó el punto ciego en cada trabajador.

5. Se valoró la visión al color en cada paciente, con D-15 saturada, esta prueba se realizó de manera monocular, usando un oclisor o parche para tapar el ojo contrario al que se evaluó. Se hizo en ambos ojos y se le pidió a cada paciente que a partir de la ficha piloto se fueran acomodando las demás fichas de acuerdo a la pieza más parecida a la anterior tomando en cuenta la tonalidad del color hasta terminar de colocar todas. Se anotó el resultado de cada paciente en las hojas de registro para D-15. También se aplicó D-15 desaturada, usando el mismo protocolo que D-15 saturada.
6. Como evaluación final se utilizó HRR, prueba que también se realizó de manera monocular en cada ojo por separado, utilizando un parche u oclisor. En dicha prueba el paciente debía contornear con un pincel, la figura presentada en cada plantilla de HRR, decir qué figura era y el color que se percibía. En total la prueba contiene 24 cartillas por las cuales todos los pacientes debían pasar.

Las condiciones del lugar de trabajo fueron con luz artificial blanca.

Cada paciente usó un guante en la mano dominante para evitar dañar o ensuciar las pruebas.

Fase 3. Se realizó el análisis de los datos obtenidos con respecto a la visión al color por medio de estadística descriptiva e inferencial, mediante una R de Pearson.

Recursos humanos

2 optometristas de óptica “Flores”

1 pasante de Optometría de la carrera de optometría de la FES Iztacala

Recursos Materiales

- Historias clínicas (Anexo 1) y consentimiento informado (Anexo 2).
- D-15 saturada
- D-15 desaturada
- HRR
- Oclisor
- Parche
- Guantes

- Pantalla digital para toma de AV
- Caja de pruebas
- Armazón de prueba
- Retinoscopio
- Cartilla de AV cercana
- Oftalmoscopio
- Pantalla tangente

Criterios de selección

Inclusión:

Pacientes trabajadores en área de soldadura y con exposición a radiación, que hayan aceptado participar en el presente estudio.

Eliminación:

Pacientes trabajadores que tuvieran otros factores de riesgo adquiridos, referidos en la historia clínica.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados encontrados, que demuestran la atención de 216 pacientes (100%), 211 hombres (98%) y 5 mujeres (2%). La prevalencia de discromatopsias y la asociación entre las variables tiempo laborando-edad.

Como puede observarse en el gráfico 1, la mayor parte de la muestra atendida fueron hombres.

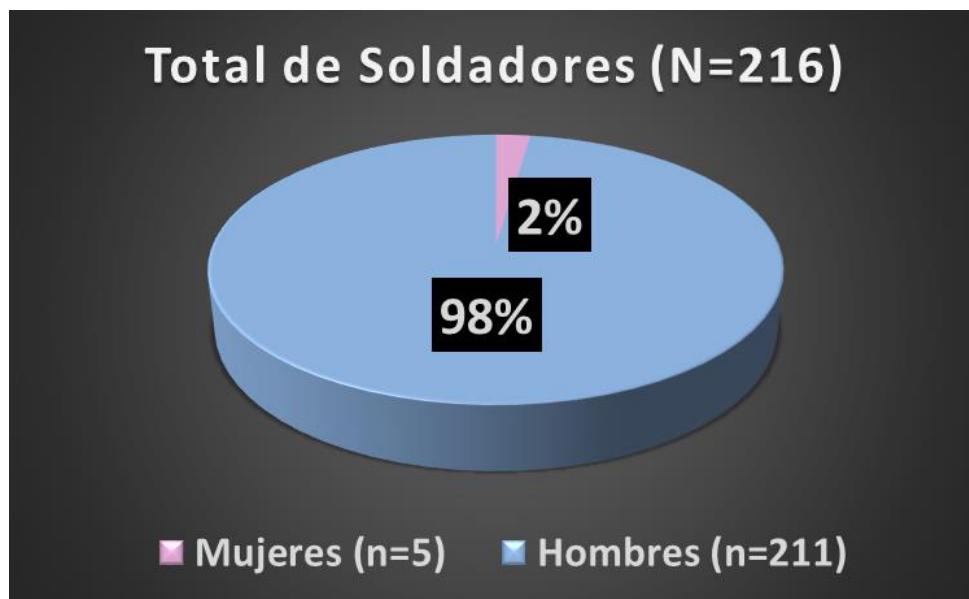


Gráfico 1. Muestra total. Se hizo la evaluación de un total de 216 pacientes, 211 hombres y 5 mujeres.

El gráfico 2 muestra como la media y mediana de las edades de los trabajadores hombres se encuentra en 39 años, con una moda de 38 y una desviación de 8.5. Siendo el trabajador más joven de 20 años y el mayor de 58.

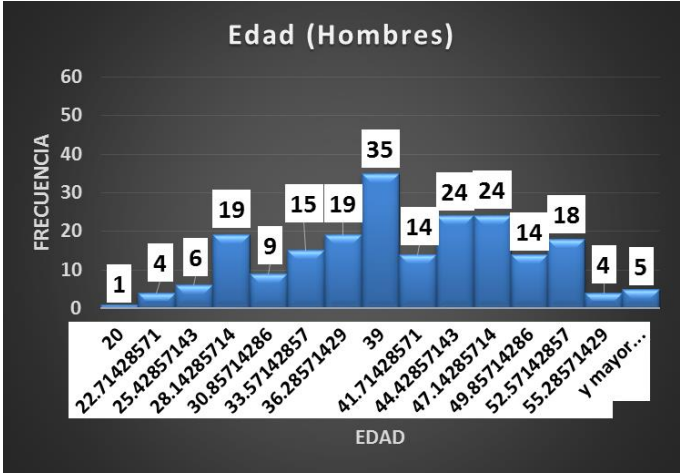


Gráfico 2. Edad género masculino. Con un total de 211 hombres de entre 22 y 58 años.

La media y mediana de las edades de las trabajadoras mujeres se encuentra en 38 años, con una desviación de 10.59 (Gráfico 3). Siendo la trabajadora más joven de 24 años y la mayor de 53.

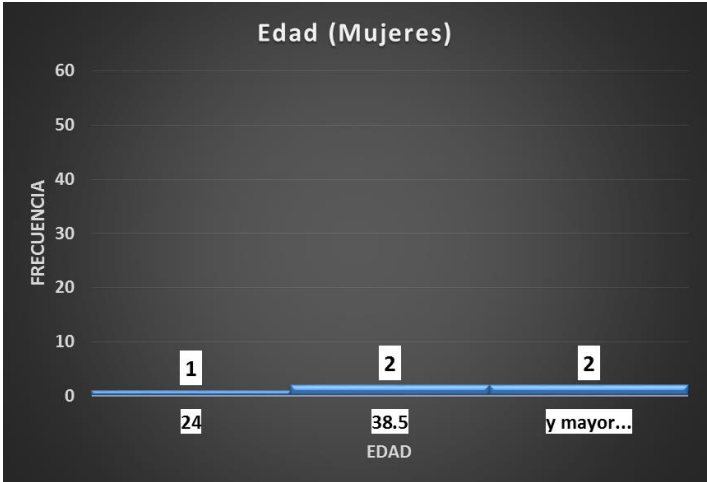


Gráfico 3. Edad género femenino. Se evaluó un total de 5 trabajadoras mujeres de entre 24 y 53 años.

Y con respecto al tiempo (en años) que tienen trabajando como soldadores en esa fábrica puede observarse, el promedio de tiempo trabajando es de 8.68 años, con una mediana de 7 años y una moda de 8; teniendo una desviación de 7.37 (Gráfico 4). Siendo el trabajador con menos tiempo de trabajo 1 mes y máximo 33 años.



Gráfico 4. Tiempo laboral masculino. Con un tiempo mínimo de 1 mes y un tiempo máximo de 33 años.

En cuanto a las mujeres, el promedio de tiempo trabajando es de 5 años, con una mediana de 2 años y una moda de 1; teniendo una desviación de 5.14 (Gráfico 5). Siendo la trabajadora con menos tiempo de trabajo 1 año y máximo 12 años.

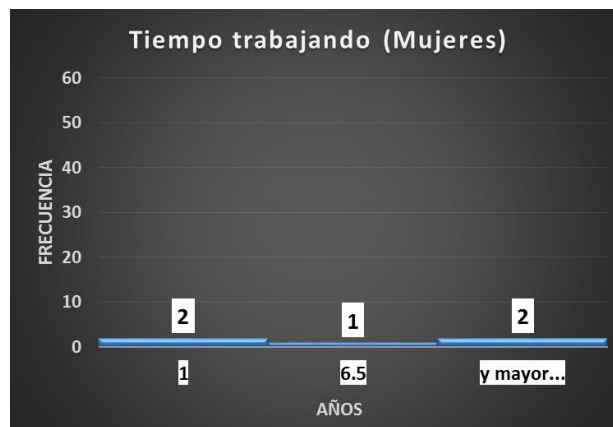


Gráfico 5. Tiempo laboral femenino. Se evaluó un total de 5 trabajadoras mujeres, la que menos tiempo laborando llevaba fue de 1 año y la de mayor tiempo fue de 12 años.

Con un total de 10 trabajadores (5%) con visión cromática afectada, en sus mayoría deuteranopes con 5 trabajadores, seguido de deuteranómalos y protanómalos con 2 trabajadores cada uno respectivamente y 1 protanope. Al realizar la correlación **R de Pearson (0.439055765)** se encontró que no existe correlación entre las variables edad y los años laborando.

SEXO	EDAD	ÁREA	AÑOS LABORANDO	DIAGNÓSTICO
MASCULINO	37	SOLDADOR	6 AÑOS	PROTANÓMALO
MASCULINO	35	SOLDADOR	15 AÑOS	DEUTERANÓMALO
MASCULINO	22	SOLDADOR	2 AÑOS, 5 MESES	DEUTERANOPE
MASCULINO	41	SOLDADOR	8 AÑOS	DEUTERANOPE
MASCULINO	50	SOLDADOR	7 AÑOS	DEUTERANOPE
MASCULINO	30	SOLDADOR	6 AÑOS	PROTANOPE
MASCULINO	27	PANTOGRAFO	4 AÑOS	PROTANÓMALO
MASCULINO	46	SOLDADOR	13 AÑOS	DEUTERONÓMALO
MASCULINO	32	PANTOGRAFO	1 AÑO, 11 MESES	DEUTERANOPE
MASCULINO	33	SOLDADOR	14 AÑOS	DEUTERANOPE

Tabla 1. Diagnósticos discrómatas.

Todas las discromatopsias encontradas fueron en el género masculino, además de ser en el canal Rojo-Verde (congénitas).

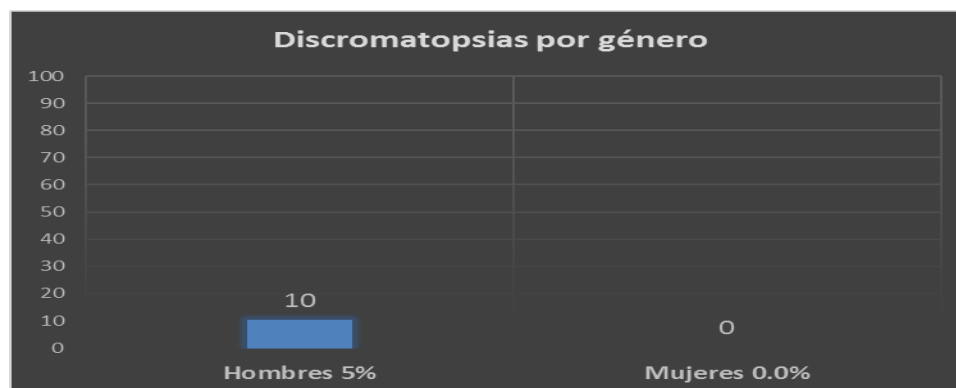


Gráfico 6. Discromatopsias por género.

De acuerdo a las discromatopsias, se encontró que todos los pacientes diagnosticados con algún tipo de discromatopsia fueron hombres, sin haber relación entre la edad, ni el tiempo laborando. En la historia clínica, todos refirieron que han tenido ese problema siempre, no lo relacionan con su trabajo como soldadores. El 5 % de ellos (10 trabajadores) fueron discrómatas.

Como puede observarse (Gráfico 6) solo existen discromatopsias de tipo congénito.

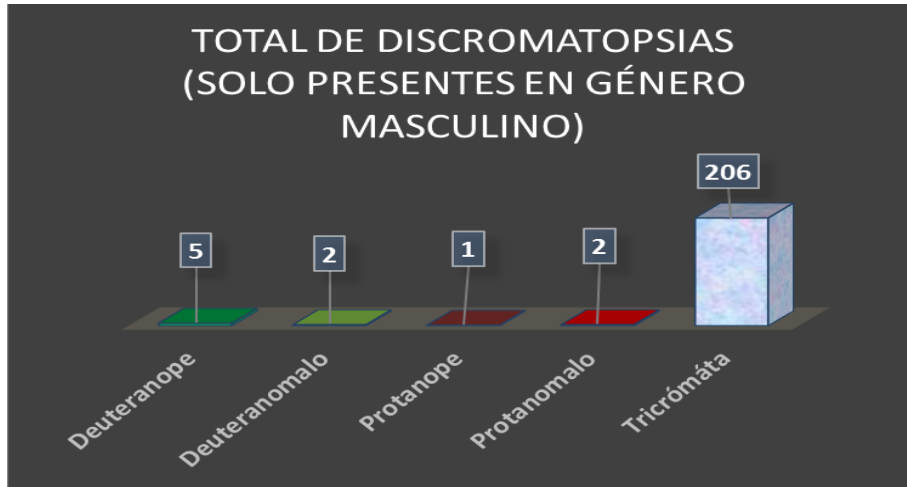


Gráfico 7. Total de discrómatas. De 216 paciente evaluados, 10 son discrómatas congénitos.

Se muestra en porcentajes el total de pacientes atendidos, tricrómatas y discrómatas.

El 5% de los pacientes evaluados en esta fábrica fueron discrómatas congénitos.

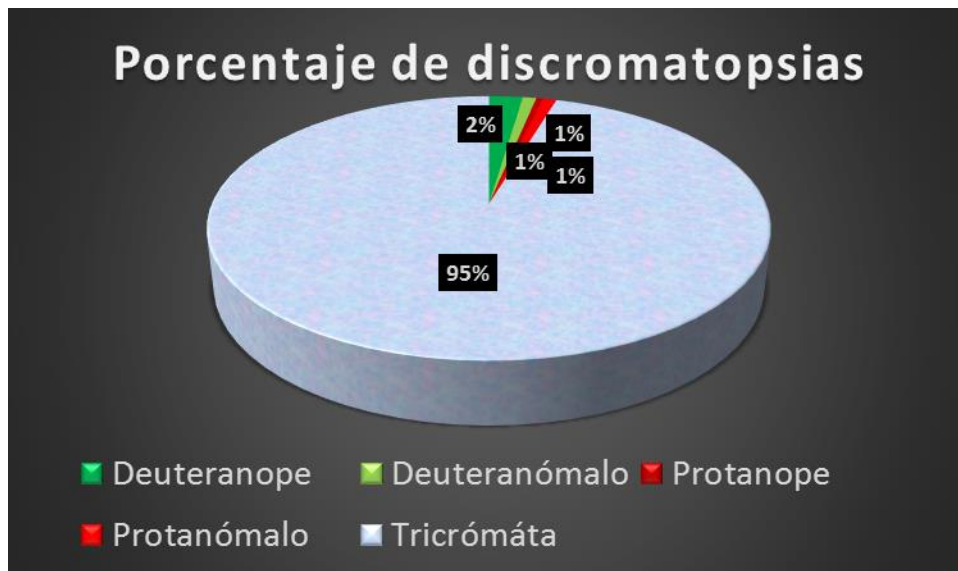


Gráfico 8. Porcentaje de discrómatas.

DISCUSIÓN

La prevalencia de discromatopsias congénitas encontrada en el presente estudio realizado en una fábrica de Querétaro, México fue de 5%, el cual coincide con el porcentaje de Mehdi Modarres, de Iran en 1996 donde encontraron un 4.7% ⁽⁵⁾, de Mengistu Zelalem Wale de Etiopia en 2016, donde se encontró 4.24% ⁽⁷⁾ y de Valera en 2019, en la Ciudad de México que encontraron 4.13%. ⁽¹⁰⁾

A diferencia de otro estudio mexicano, donde evaluaron con Ishihara en el norte del país por enfermeras en 2013 que encontró solamente el 1.9% ⁽⁸⁾, donde suponemos que el trabajo con un solo test de evaluación reduce la prevalencia.

Existen estudios, que coinciden con el presente trabajo, que en un inicio pretendían encontrar un tipo de discromatopsia y encuentran otra, Neuta García en Bogotá (2012) pretendió encontrar la prevalencia congénita, encontrando prevalencia adquirida por la cercanía de los evaluados con zonas industriales con altos índices de contaminación⁽¹²⁾, lo cual demuestra que la protección es un factor indispensable cuando hay situaciones de intoxicación por altos niveles de contaminación y contacto con sustancias industriales.

El presente trabajo coincide con la prevención de daños, del artículo que se describe a continuación, por lo tanto es importante crear conciencia en cada trabajador y directivos acerca de brindar los cuidados necesarios. En Bogotá en el año de 2008 se realizó un estudio en lavaderos de tipo industrial, debido a la fuerte exposición a químicos a la que están sometidos diariamente; se excluyeron trabajadores con discromatopsias congénitas, trabajadores con alteraciones o patología oculares y sistémicas. Los resultados derivados de este estudio, fue 4.25% de discromatopsia adquirida (azules- amarillos), comprobando así el grado de toxicidad que pueden llegar a causar químicos, solventes y gases a los que se encuentran expuestos los trabajadores y dándole importancia a la protección que se debe de tener para crear conciencia y prevención ⁽¹⁵⁾.

En Irán, Heydarian en el año 2015, realizó una evaluación comparativa de 50 hombres soldadores contra 50 hombres no soldadores, con el objetivo de investigar si se producía una deficiencia en la visión al color derivado a la exposición a radiación relacionada a dicha profesión. Los resultados obtenidos fueron de un 15% de discromatopsias en hombres soldadores, contra un 2% de discromatopsias en hombres no soldadores. Los resultados

de soldadores, arrojaron que no hay diferencia significativa entre las edades de los individuos y los resultados obtenidos, sin embargo, el tiempo laborando como soldadores y el tiempo de exposición a radiación de soldadura es de gran relevancia. Se habla del uso de protección durante toda la jornada laboral de los soldadores, y así se llegó a la conclusión de que la exposición crónica a la luz de soldadura y el tiempo laboral de exposición a esta, puede causar una deficiencia en la visión al color ⁽⁴⁾.

Coincidimos en este trabajo en que las edades de los trabajadores no son un factor que influya para hallar daños en visión cromática, también se coincide en el uso de protección durante las jornadas laborales, y sabemos que la exposición a luz de soldadura puede causar daños irreversibles, en el trabajo Iraní indican que la exposición crónica a la luz de soldadura y el tiempo laboral de exposición a esta, puede causar una deficiencia en la visión al color, pero si se usa la protección debida, si se modifican horarios laborales turnados se minimizarán riesgos significativamente al grado de no encontrar trabajadores con afecciones cromáticas y esto no sucedió con ellos, la prevalencia por discromatopsias **ADQUIRIDAS** en esta fábrica fueron altas; siendo que en nuestro estudio no se encontró ninguna discromatopsia **ADQUIRIDA** causada por la soldadura, teniendo unos meses o 40 años laborando, y esto se asocia a que en esta fábrica mexicana siempre existe protección ocular en los trabajadores.

Otros estudios se realizan con casos y controles, Villaseñor en 2015, también en México realizó una investigación comparativa en dos estados de la República, un grupo control y un grupo expuesto conformado por trabajadores de una refinería con la finalidad de conocer discromatopsias relacionadas a la ocupación cuando hay exposición a sustancias y gases químicos. El 5.4% de la población examinada fue excluida por obtener resultados de discromatopsias congénitas. El resultado de discromatopsias adquiridas en el grupo control de fue un 8%, mientras que en el grupo expuesto se encontró un 17%, concluyendo en que una evaluación a personal ocupacionalmente expuesto es vital. Los resultados en cuanto a discromatopsias congénitas coinciden con la presente investigación, pero difieren en discromatopsias adquiridas, en ambos grupos tanto en el grupo expuesto como en el no expuesto hubo alteraciones adquiridas, lo más probable en el grupo expuesto es la falta de protección contra químicos y gases, y en los no expuestos probablemente por enfermedades sistémicas, adicciones o ingesta de medicamentos neurológicos. Así se demuestra la importancia de la evaluación ocupacional⁽⁹⁾.

En 1988 Donna Mergler, realizó también un estudio de casos y controles con el fin de examinar la capacidad cromática de un grupo de 30 trabajadores de una imprenta, los cuales estaban expuestos a solventes orgánicos, comparando con un segundo grupo no expuesto. En ambos grupos se encontraron discromatopsias adquiridas, pero en el grupo expuesto, la cantidad de trabajadores y los niveles de daño e intoxicación fueron mayores, hallando daños en ejes azul-amarillo⁽¹²⁾.

Realzamos la importancia de la protección durante las jornadas laborales, a lo largo del artículo no se encuentran pruebas de que a los empleados les sea brindado un equipo de protección, y como ya se mencionó es la principal herramienta para el cuidado de la integridad de cada persona y dado esto, los daños se van haciendo cada vez más graves.

En 1958, Mergler Donna y Lucie Blain, publicaron un artículo acerca de la pérdida de visión al color adquirida con relación a la exposición a solventes orgánicos. Se hizo la valoración de un grupo altamente expuesto con 10 trabajadores y un grupo medianamente expuesto con 13 personas; y mencionan que el tiempo y el nivel de exposición están estrechamente relacionados, sin embargo en la presente investigación el soldador con mayor tiempo laborando fue de 33 años con un diagnóstico tricrómata, por lo tanto se difiere de esta idea, ya que si los empleados cuentan con la protección adecuada y tiempos laborales justos, el daño puede ser nulo o casi nulo⁽¹¹⁾

Fúlver Amado Zárate en Colombia, se dedicó a investigar la prevalencia de discromatopsias adquiridas, exposición a plaguicidas y a radiación ultravioleta solar, usó un grupo expuesto y el segundo grupo no expuesto, con un total de 293 trabajadores, en su mayoría fueron mujeres, por lo tanto la cantidad de discromatopsias congénitas fue mínima, en ambos grupos la cantidad de discrómatas adquiridos fue mayor pero, como era de esperarse el grupo expuesto tuvo 20 trabajadores más que el grupo no expuesto⁽¹³⁾.

Este artículo puede demostrar el peligro de un empleo riesgoso con exposición a gases, luz y sustancias químicas, sin embargo en nuestro día a día en un empleo “sin riesgo” o sin exposición, también es probable sufrir daños e intoxicación, por el ambiente, por el sol, por medicamentos, drogas, etc.

En el año 2003, Gobba Fabriziomaria y Alessandro Cavalleri examinaron el deterioro de la visión del color en trabajadores expuestos a químicos neurotóxicos, en él hablan de la exposición a solventes, metales entre otros químicos en relación a la ocupación laboral y el deterioro de la visión al color, resaltando la practicidad de usar D15. Los resultados

muestran que las pruebas de visión del color deben incluirse en la evaluación temprana de los trabajadores expuestos a químicos⁽¹⁴⁾

Coincide la recomendación de usar D15 en la evaluación a fábricas y visitas a diferentes lugares, ya que es una prueba práctica y rápida de comprender, sin embargo, lo ideal es complementar la prueba para evitar falsos negativos. La evaluación temprana es acertada y sigue siendo importante.

Durante 2008 en Bogotá, se elaboró una tesis con la finalidad de comparar la efectividad del test cromático visual (software interactivo) y D-15, para la detección de las alteraciones de la visión cromática a los trabajadores de lavanderías de la región. Un grupo control y en el otro grupo trabajadores expuestos. Se encontraron en su mayoría daños en eje azules-amarillos, sin embargo también hubo daños en eje rojo-verde⁽¹⁵⁾

Se ha demostrado que las retinopatías tóxicas producen una discromatopsia adquirida (pérdida en el rango azul-amarillo), mientras que las neuropatías tóxicas producen alteración en el componente rojo-verde. Sin embargo, en la tesis no se especifica si los empleados protanómalos y deuteranómalos, son por alteraciones congénitas o por intoxicación.

En 2018, se realizó un estudio que contó con 59 trabajadores de la industria textil expuestos a solventes orgánicos y 59 no expuestos, fueron evaluados con D-100 y D-15. D-100 nos muestra una evaluación más completa en todos los matices del color útil cuando hay pequeños cambios o alteraciones cromáticas. Los trabajadores expuestos a solventes orgánicos presentaron principalmente alteraciones en el eje azul amarillo, 11.86 % de ellos evaluados con D-100 mostraron alteraciones cromáticas tipo tritanomalia, de igual forma un 5 % evaluados con la prueba D-15 ⁽¹⁷⁾.

Esta investigación también se enfoca en una comparación a D-100 y D-15, y se coincide en que D-100 es una prueba más completa que nos permite identificar pequeñas alteraciones, pero no es una prueba práctica, el tamaño no es apropiado para ser transportado de un lugar a otro y lleva mayor tiempo su aplicación, por lo tanto se sugiere complementar con una prueba más funcional y fácil de transportar, como lo es HRR.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con la hipótesis establecida, en la que se planteó que A mayor exposición a factores de riesgo, mayor probabilidad de padecer problemas relacionados con la visión al color, el presente estudio concluye que el padecer problemas de visión al color adquiridos en una fábrica de soldadores se encuentra íntimamente relacionado más bien con la protección ocular que tengan los trabajadores. De acuerdo con la historia clínica aplicada en la fábrica, todos los pacientes con Diagnóstico de Discromatopsia no tuvieron factores de riesgo en cuanto a enfermedades sistémicas, ni adicciones o medicamentos de tipo neurológico.

Es importante indicar que aunque solamente fueron 5 mujeres evaluadas y una de ellas tenía 12 años laborando, no presentó ningún tipo de discromatopsia adquirida. Pasa lo mismo con los hombres, aunque estos tuvieran hasta 34 años laborando no presentaron problemas al color adquiridos (azul-amarillo), por lo tanto se concluye que no es el tiempo laborando lo que influye en presentar un problema al color adquirido, sino la protección ocular con que se cuenta.

Los problemas encontrados fueron en el eje Verde-Rojo, esto quiere decir que las discromatopsias detectadas en la fábrica fueron **TODAS CONGÉNITAS**, ya sea como anomalías o cegueras, ya sea al verde o al rojo, pero ninguna se debió a la exposición por soldadura, lo cual hubiese arrojado problemas al amarillo y al azul, y algo muy importante es que a pesar que los pacientes ya nacieron con estas discromatopsias, ninguno se había dado cuenta que las padecía.

Concluimos que es una fábrica que da protección personal ocular a sus trabajadores, para que no exista fototoxicidad; además de que las evaluaciones de visión al color se deben realizar con diferentes test de evaluación (por lo menos uno de ordenación y otro pseudoisocromático).

REFERENCIAS

(1) Luengas L, Garcia DF, Calvo A. Sipco - test cromático visual software de diagnóstico en la percepción del dolor. Rev. vínculos [Internet]. 19 de diciembre de 2014 [citado 17 de agosto de 2020];11(2):80-1. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/9680>.

(2) Birch J. Worldwidw prevalence of reo-green color deficiency. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis. Mar 2012 1;29(3):313-20.

doi: 10.1364/JOSAA.29.000313.

(3) Rodriguez C, Sharpe L, Harlow J. Sex-related differences in chromatic sensitivity . Vis Neurosci.May-Jun 2008;25(3):433-40.

doi: 10.1017/S095252380808019X.

(4) Delbarre M, Berguiga B, Benistry F. Dyschromatopsies hereditaires : physiologie, classification, diagnostic et application à l'aéronautiqueHereditary color vision deficiency: Physiology, classification, diagnosis and application to aeronautics. Journal Français d'Ophtalmologie. February 2019; 42(2): 177-188.

(5) Valera MM, Barrios RM. Prevalencia de discromatopsias en la zona metropolitana de la ciudad de México. CIENCIA UANL. Enero-febrero 2019; año 22 (93):40-44 <https://doi.org/10.29105/cienciauanel22.93-2>

(6) Ceppi KH, Srur AM, Sanchez FE, Barrenechea MS, Dattas LD, Villaseca DE. Estado oftalmológico de la población escolar y preescolar de la isla de Pascua. Arch. Chil.Oftalmol. 1995; 52(2):59-68.

(7) Deficiencia de la visión en color; Richmond Products. Disponible en: http://www.richmondproducts.com/files/8713/4446/6252/FOR_CD_AND_WEB--Spanish_Color_Vision_Tutorial.pdf

(8) Solís A, Ramírez L, Valdez T, Seijo E, Voorduin S y López E. Funciones visuales en portadores del virus de inmunodeficiencia humana. Arch Soc Esp Oftalmol [INTERNET].

2011 (citado dic 2016);86(4):103–106 Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/aseo/v86n4/original1.pdf>

(9) [Flores A, Swayne B, Sánchez M y Cedillo Ch.](#) Estudio de discromatopsias en postulantes a la marina de Guerra del Perú. Boletín de la sociedad peruana de medicina interna. 1999; 12(2):80-4.

(10) OMS [internet]. Epidemiología <http://www.who.int/topics/epidemiology/es/>

(11) Montenegro OM, Barón MG, Ustariz O. Caracterización de las alteraciones en la visión de colores en una población cautiva. Rev Sociedad Colombiana de oftalmología. 2013; 46(1):64-72.

(12) Catalán M, Marín D y Ortí S. Diseño de un test psicofísico para la detección de anomalías cromáticas. Gaceta Óptica. Septiembre 2009;(440):18-24.

(13) Okuno T, Jun O. Ultraviolet Radiation Emitted by CO2 Arc Welding. Ann occup Hyg. 2001; 45 (7): 597-601

(14)Rodríguez M., Andonegui N., et al. Optical coherence tomography and macular phototoxicity. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología. 2008; 83 (4): 267-271.

(15)Moreno J.M.R., Arias B.L. Manual de retina SERV. Primera edición. España: Elsevier, 2013. Capítulo 1 Anatomía y fisiología del Vítreo y la Retina; 2-7.

(16)American Welding Society. Certificación [Internet] México [2019] Disponible desde: https://app.aws.org/mexico/mx_certification.html.

(17)Heydarian S., et al. Prevalence of color vision deficiency among arc welders. Journal of optometry. 2017; 10 (2): 130-134.

(18)Scand J. Ocular ultraviolet radiation exposure of welders. Work Environ Health. 2017;43(3):287–288. doi:10.5271/sjweh.3630

(19)Modarres M., Mirsamadi M., Peyman G. Prevalence of congenital color deficiencies in secondary-school students in Tehran. International ophthalmology. 1996; 20 (4): 221-222.

(20)García N., Alexis K., Camacho M. M. Prevalencia de alteraciones de la visión al color y de alteraciones visomotoras en tres localidades de Bogotá. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular. 2012; 10 (1): 123-132.

- (21)Mengistu Z. W., et al. Prevalence of color blindness among school children in three primary schools of Gish–Abay town district, Amhara regional state, north-west Ethiopia. *BMC ophthalmology*. 2018; 18 (1): 306.
- (22)Jiménez M.A., Hinojosa G.L., Peralta, E.G., et al. Prevalencia de daltonismo en niños de escuelas públicas de México: detección por el personal de enfermería. *Ciencia UANL*. 2013; 16 (64): 140-144.
- (23)Villaseñor M. A. A., et al. Discromatopsia adquirida en un grupo de trabajadores ocupacionalmente expuesto a una mezcla de disolventes orgánicos (resultados preliminares). 2do. Foro de investigación en posgrados de salud en el trabajo. 2015.
- (24)Mergler D., Blain L. Assessing color vision loss among solvent-exposed workers. *American journal of industrial medicine*. 1987; 12 (2): 195-203.
- (25)Mergler D., et al. Chronal focus of acquired chromatic discrimination loss and solvent exposure among printshop workers. *Toxicology*. 1988; 49 (2-3): 341-348.
- (26)Zárate F. A., et al. Prevalencia de discromatopsia adquirida y exposición a plaguicidas ya radiación ultravioleta solar. *Facultad Nacional de Salud Pública* .1997; 15 (1).
- (27)Gobba F., Cavalleri A. Color vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals. *Neurotoxicology*. 2003; 24 (4-5): 693-702.
- (28)Carranza P. A. V., Montes G. N. M. Valoración de las alteraciones en visión cromática en los trabajadores del sector de lavanderías de las localidades de Suba y Usaquén. [Tesis para obtener licenciatura]. Bogotá. Universidad de la Salle; 2008.
- (29)Rueda O. N. P., Guarnizo G. D.A. Efectividad del test cromático visual Software Interactivo en la detección de las alteraciones de la visión cromática en trabajadores de lavanderías en la localidad de Chapinero en Bogotá. [Tesis para obtener licenciatura]. Bogotá. Universidad de la Salle; 2008.
- (30)Bolaños G. D. A. Evaluación de la visión cromática en trabajadores de la industria textil expuestos a solventes orgánicos. [Tesis para obtener maestría]. Colombia. Facultad de Ciencias de la Salud; 2008.
- (31)Urtubia V. C., *Neurobiología de la visión*. Vol. 51. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2004.

- (32)Slaney, D. H. What is light? The visible spectrum and beyond. 2016 Eye 30 (2): 222-229.
- (33)Riquelme L., Campos M. M., Ezequiel; Cuenca N. La transducción visual. Annals d' Oftalmologia. 2010; 18 (3): 130-136.
- (34)Serrano, A. P., Camas B. J. T., Sánchez F. R. Fototransducción visual. Revista Mexicana de Oftalmología. 2006 80 (6): 340-346.
- (35)Pérez V. C. Luz, visión y color. [Internet] España: Universidad de Cantabria Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones [2006] Disponible desde: <https://personales.unican.es/perezvr/pdf/Vision%20Luz%20y%20Color.pdf>
- (36)Guyton, A. C., Folch A., Espinosa Z. Tratado de fisiología médica. México: Interamericana. 1971. 612 G898. 1971.
- (37)Fernández C. Evolución y filogenia de la visión cromática [Internet] Madrid: Oftalmología en la historia. Hospital La Paz. [Marzo 2019] Disponible desde: <https://www.upla.cl/bibliotecas/wp-content/uploads/Vancouver-Gu%C3%ADa-02-UNAB-Tutorial-Normas2014.pdf>
- (38)Veredillas I. Luz, color y texturas. [Internet] Edublog Canarias, España [Noviembre 2019] Disponible en: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/ieslasveredillas/wp-content/uploads/sites/82/2017/03/tema-la-luz-y-el-color.pdf>
- (39)Cortés P. J. La percepción del color [Internet] España: Universidad de Sevilla [Abril 2000] Disponible desde: https://personal.us.es/jcortes/Material/Material_archivos/Articulos%20PDF/Color.pdf
- (40)Serrano A. P., Camas B. J., Laredo M. L. Sensopercepción del color. Revista Mexicana de Oftalmología. 2008. 82 (2): 101-110.
- (41)Pimentel J. Teorías de la luz y el color en la época de las Luces. De Newton a Goethe. Arbor.2015. 191(775): 264.
- (42)Arroyo G. I. Teorías del color. Mezcla de colores. [Internet] Emagister [Marzo 2019] Disponible desde: https://www.emagister.com/uploads_courses/Comunidad_Emagister_55161_55161.pdf
- (43)Zapateiro, V.L. Generalidades del color. Arte & Diseño 2012. 10(2).

- (44) Alberich J., Gómez D., Ferrer A. Percepción visual. España: Universitat Oberta de Catalunya. 2011.
- (45) Romero E. C. I. Tonalidades que construyen paisajes. [Tesis para obtener licenciatura] PUCE-Quito, 2019.
- (46) Bruce Goldstein, E. Sensación y percepción. Madrid: Internacional Thomson Editores. 2006.
- (47) Serratos Zavala, L. E. El color I: su naturaleza, cualidades y significados. 2009.
- (48) Gómez, M. D. S. NTP 352: Neurotoxicidad: estudio de la visión cromática.
- (49) Jimeno, C. P. Discromatopsias congénitas y adquiridas. 1999. Gaceta óptica 330.
- (50) González P. M., Vernhes T. M., Sánchez L. A. La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. Theoria. 2009. 18(2): 69-80.
- (51) Calero R. O. L. Las radiaciones ionizantes por rayos X y su incidencia en la salud de los trabajadores del área de soldadura en la empresa de fabricación de tolvas de volqueta [Tesis para obtener maestría] Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental, 2018.
- (52) Barbu D M. The Effects of radiation on the eye in industrial environments. Annals of the Oradea University, 2015, no 2 (14): 7-12.
- (53) Sande Pérez I, et al. Fototoxicidad retiniana [Internet] Universidad de Valladolid, Facultad de ciencias [2015] Disponible desde: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/13411>
- (54) Marques R V, et al. Características del arco de soldadura TIG en diferentes atmósferas. I parte. Revista de Metalurgia, 1999, no 5 (35): 292-300.
- (55) INDURA, S. A. Sistema de Materiales y Soldadura [Internet] Chile, Ograma [2007] Disponible desde: <http://www.indura.cl/Descargar/Manual%20de%20Sistemas%20y%20Materiales%20de%20Soldadura?path=%2Fcontent%2Fstorage%2Fcl%2Fbiblioteca%2Fc230fb3467c14e16b09e360b3cc49860.pdf>
- (56) Jeffus L. Soldadura: principios y aplicaciones. España. Quinta edición. Vol. 3. Editorial Paraninfo, 2009.

(57)Morales S. F., Martínez O. D., Rocha L. K. Manual de higiene y seguridad industrial para minimizar los riesgos en el taller de soldadura D'Trinidad ubicado en Managua. Diss. Universidad Nacional de Ingeniería, 2010.

(58)Amaya Vanegas, Efraín. Calificación e implementación de un procedimiento de soldadura FCAW para soldaduras en servicio en labores de mantenimiento en un material api 5l x70 cuantificando los riesgos de agrietamiento por hidrógeno y perforación de la línea. [Tesis para obtener especialidad]. Universidad Libre, 2011.

(59)Rubio Romero, Juan Carlos, and M^a Rubio Gámez. Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. España. Ediciones Díaz de Santos, 2005.

(60)Galicia I. ¿En qué consiste el sistema de color de Munsell y por qué es importante en la iluminación? [Internet] México. Iluminet Revista de iluminación. [2018] Disponible desde: <https://www.iluminet.com/sistema-color-munsell/>

(61)Ortiz F. J. Valoración de la discromatopsia adquirida mediante nueva aplicación informática en pacientes con neuropatías ópticas desmielinizantes. [Tesis para obtener doctorado] Universidad Complutense de Madrid, 2017.

APENDICE 1



HISTORIA CLINICA VISION AL COLOR



Fecha: _____ No. de Exp: _____

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: _____ Puesto: _____ Años laborando en la empresa: _____

Tiempo laborando particularmente: _____ Tiempo de jornada laboral: _____

Protección utilizada en la fábrica: _____ Protección usada en forma particular: _____

Consumos

Bebidas Alcohólicas: _____

Drogas: _____ ¿Cuál?: _____

Fuma: _____ ¿Cuántos?: _____ Frecuencia: _____

¿Está Embarazada?: _____

¿Toma Pastillas Anticonceptivas?: _____ ¿Hace Cuánto?: _____

¿Sabe si tiene algún problema de percepción al color? _____

¿Quién se dio cuenta? _____

¿Hace cuánto? _____

¿A qué colores han identificado que tiene problemas? _____

¿Alguien de su familia tiene problemas de visión al color? _____

Antecedentes de Salud

Familiares:

DIABETES HIPERTENSION EPILEPSIA HEMOFILIA OTROS

¿Quién? _____

Oculares:

CATARATA GLAUCOMA RETINOPATIA OTROS

Personales:

DIABETES HIPERTENSION EPILEPSIA HEMOFILIA OTROS

Oculares:

CATARATA GLAUCOMA RETINOPATIA OTROS

¿Está bajo tratamiento?: _____

Cundo lo inició y cómo lo administra? _____

APENDICE 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ declaro libre y voluntariamente que se me ha explicado la conveniencia de participar en el estudio de **“Evaluación de la percepción al color asociada a los factores de riesgo a que están expuestos los soldadores de arco: el caso de una empresa mexicana”** que se realiza dentro de la fábrica de montacargas ubicada en Calle 22, Benito Juárez, 76089 Santiago de Querétaro, Qro; dirigido por la **Dra. Myrna Miriam Valera Mota** adscrita a la **Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM**, cuyo objetivo consiste en:

- Evaluar la visión al color y su asociación con factores de riesgo a que están expuestos los soldadores de arco.

Estoy consciente de que, los procedimientos, para lograr el objetivo mencionado consistirán en que me evaluarán con pruebas de visión al color que no durarán más de 20 minutos; y que no existirá riesgo alguno para mí.

Sé que puedo solicitar información adicional acerca de los beneficios de mi participación en el estudio. Seré libre de retirarme del estudio en cualquier momento.

Querétaro 2018