

**PREVALENCIA DE ALTERACIONES EN LA VISIÓN CROMÁTICA
DE PINTORES EXPUESTOS A SOLVENTES ORGÁNICOS.
MUNICIPIO DE GUARNE, 2020.**

Danis Beatriz López Vergara

Ever Mauricio Escobar Gutiérrez

Línea de investigación:

Salud pública

Directores científicos: Luis José Correa G. OD,Msc

Diana Melisa Domínguez Msc, PhD

Directores metodológicos: Alejandra CanoMsc

Yadira GaleanoPhD

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE OPTOMETRÍA

MEDELLÍN, 2020

NOTA DE ACEPTACION

Firma del Presidente

Del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, abril de 2020

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por habernos permitido obtener esta gran experiencia por medio de este trabajo realizado. En segundo lugar, a nuestras familias por apoyarnos siempre y estar con nosotros durante todo este proceso, dándonos siempre las fuerzas para salir adelante.

Les agradecemos sinceramente a nuestros directores de trabajo, a la Dra. Melisa Domínguez y al Dr. Luis Correa, por su tiempo, dedicación y todos los conocimientos brindados, los cuales ayudaron a alcanzar los resultados obtenidos.

Agradecemos de antemano a la empresa que nos abrió las puertas para realizar este trabajo y también a los docentes de esta cátedra que aportaron sus conocimientos y su disposición para hacer una buena investigación.

CONTENIDO

1. RESUMEN	8
2. INTRODUCCIÓN	9
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1 Antecedentes	11
3.2 Descripción del Problema	13
3.3 Problema de investigación	13
4. OBJETIVOS	14
4.1. Objetivo general	14
4.2. Objetivos específicos	14
5. JUSTIFICACIÓN	15
6. MARCO TEÓRICO	16
6.1. Percepción del color	16
6.2. Matiz (Tonalidad)	16
6.3. Saturación	16
6.4. Brillo	17
6.5. Alteraciones de la visión al color	18
6.5.1. Los defectos congénitos	19
6.5.2. Los defectos adquiridos	19
6.5.3. Clasificación Según el pigmento afectado	20
6.5.3.1. Protanopia	20
6.5.3.2. Deuteranopia	20
6.5.3.3. Tritanopia	20
6.6. Neurotoxicidad	21

6.6.1. Intoxicación aguda	21
6.6.2. Intoxicación crónica:	22
7. Pruebas para evaluación de la visión cromática	22
7.1. Test de confusión (Láminas pseudoisocromáticas)	23
7.2. Test de clasificación	23
7.3. "Matching test"	23
7.4. Pruebas de denominación	23
7.5. Test de Ishihara	23
7.6. Test Farnsworth	25
8. Causas de la discromatopsia adquirida	26
8.1. Enfermedad de Parkinson (PD, por su sigla en inglés)	26
8.2. Cataratas	26
8.3. La tiagabina para la epilepsia	26
8.4. Neuropatía óptica hereditaria de Leber (LHON, por su sigla en inglés)	26
8.5. Síndrome de Kallman	27
9. Solventes orgánicos (SO)	27
9.1. Tolueno	28
9.2. Acetona	28
9.3. Xileno	28
9.4. Esteres	29
10. Protección laboral	29
11. METODOLOGÍA	31
11.1. Población estudio u objeto estudio	31

11.2. Muestra	31
11.3. Técnica de muestreo	31
11.4. criterios de selección	31
11.4.1. Criterios de inclusión	31
11.4.2. Criterios de exclusión	32
11.5. Variables	33
11.6. Recolección de la información	34
11.7. Análisis de la información	34
12. ASPECTOS ÉTICOS	35
13. RESULTADOS	36
14. DISCUSIÓN	41
15. CONCLUSIONES	43
16. RECOMENDACIONES	44
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de grupo etarios de los trabajadores

Figura 2. Resultados de años laborando en la empresa.

Figura 3. Resultados de estrato socioeconómico de los trabajadores.

Figura 4. Resultados de los trabajadores evaluados con el test de Ishihara.

Figura 5. Resultados de los trabajadores evaluados con el test de Farnsworth.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables.

Tabla 2. Años de exposición de personas con alteraciones tipo tritan.

1. RESUMEN

La industria de pintura utiliza sustancias químicas como solventes orgánicos para obtener la materia prima de las pinturas y de esta manera generar la calidad de estas. Estos solventes orgánicos tienden adherirse fácilmente al tejido cerebral, la mielina y el tejido adiposo, lo que hace que sean potencialmente neurotóxicos como lo han demostrado muchas investigaciones. Entre los signos iniciales que pueden producir se encuentran las alteraciones cromáticas adquiridas, las cuales aún siguen siendo objeto de estudio en nuestro país. Objetivo: Determinar la prevalencia de alteraciones en la visión cromática de pintores expuestos a solventes orgánicos de una empresa en el municipio de Guarne, 2020. Materiales y Métodos: Estudio descriptivo de corte transversal con una muestra de 11 pintores de la industria de las metalúrgica expuestos a solventes orgánicos, los cuales fueron evaluados por medio de un examen optométrico y posteriormente una valoración de la visión al color por medio de las pruebas de Farnsworth e Ishihara.

2. INTRODUCCIÓN

Las alteraciones de la visión al color adquiridas por solventes orgánicos, son un problemática de salud visual que no se ha tenido en cuenta de forma amplia en investigaciones y estudios que revelen su prevalencia, la cual podría considerarse en un futuro como un problema de salud pública, debido a que las personas que presentan este tipo de alteraciones pueden verse limitadas en su trabajo y en su vida personal, debido a que su sistema visual sufrirá la pérdida de algunas de sus funciones, como lo es la discriminación al color(1).

El ojo y sus componentes nerviosos son órganos muy vulnerables a la exposición tóxica ocupacional, no sólo por ser órganos externos sino por su variabilidad de elementos como la córnea, la esclera, la distribución de células y receptores nerviosos en la retina, también el número de neurotransmisores incluyendo acetilcolina, L-glutamina, dopamina y ácido gama amino butírico, los cuales intervienen en la transducción y la alta concentración de melanina con múltiples sinapsis y elementos químicos que también se afectan (2).

Se ha evidenciado que la exposición a mezclas de solventes como metanol, etanol, propanol, éter metílico butil terciario, benceno, tolueno, y xileno, conducen a funciones visuales anormales, principalmente pérdidas de visión a color y reducción del campo visual (3).

Según Gooba y Cavalleri "se sugiere que se da por la acción directa del neurotóxico en el fotoreceptor, en el metabolismo de membrana del cono y/o a una interferencia en los neurotransmisores en la retina (4).

Se dice que pesar de los respiradores y la ropa de protección, los solventes pueden entrar al cuerpo por inhalación y contacto con la piel (5), debido a que las altas concentraciones de los vapores de solventes aumenta la exposición y aunque tengan protección y esto haga que se reduzca inhalación por exposición al aire, la vía dérmica puede contribuir a niveles de exposiciones altas (6).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Antecedentes

Los componentes nerviosos del ojo son estructuras que pueden verse afectadas por la exposición a ciertas sustancias químicas que se encuentran en un determinado ambiente laboral y que pueden llegar a ser tóxicas(7).

Según la OMS en su último reporte en octubre del 2019, existen a nivel mundial al menos 2.200 millones de personas con discapacidad visual o ceguera, de las cuales al menos 1.000 millones tienen una discapacidad visual que podría haberse prevenido o no se han abordado(8).

En el 2018 la universidad de La Salle en Bogotá realizó un estudio a 59 trabajadores de la industria textil expuestos a solventes orgánicos. En sus resultados encontraron que el 11,86% de los evaluados presentaban alteración a los color verde y amarillo(9).

En otros países se ha presentado esta problemática y se han realizado estudios acerca de ello, enfocándose en las sustancias químicas que se utilizan en estaciones de gasolina y lavanderías. Por ejemplo, en Italia se hizo un estudio en el 2016 por la Universidad de Modena e Reggio Emilia, en la cual evaluaron 38 trabajadores expuestos a Percloroetileno (PCE) en 21 establecimientos de limpieza en seco en el distrito de Modena y encontraron que los valores de ICC (índice de confusión cromática) fueron más altos en los trabajadores expuestos al PCE que, en el grupo de control, teniendo un valor promedio de ICC 1,28 y en los controles de 1,15. Adicionalmente, se

evidenció que los solventes como PCE utilizados en lavados en seco, son capaces de inducir deterioros de la percepción del color y que, por lo tanto, pueden ser muy perjudiciales al menos, frente a estos efectos en la visión (6).

En un estudio realizado por la Sociedad Española de Oftalmología (SEO), por medio de una revisión bibliográfica, se reportó una relación muy importante entre la alteración de la visión al color y la exposición a disolventes orgánicos. En sus conclusiones sugieren realizar más estudios sobre este tema, ya que esto permite comprender mejor la relación entre el deterioro de la visión al color y los efectos secundarios causados por la exposición(3).

En el 2008 la Universidad de la Salle en Bogotá realizó un estudio de alteraciones cromáticas en trabajadores de lavanderías expuestos a solventes orgánicos de algunos sectores de bogota, donde evaluaron a 50 pacientes. En sus resultados encontraron que 17 trabajadores tenían problemas en la visión a color y que diez de ellos trabajaban entre 8 y 12 horas diarias (2).

3.2 Descripción del Problema

La alteración a la percepción al color adquirida se ha asociado a la exposición de solventes orgánicos utilizados por las industrias para la fabricación de pintura, plásticos, impresión, metales, lacas y adhesivos(10). Los solventes orgánicos son sustancias químicas, la mayoría lipofílicas y volátiles a temperaturas ambiente. “Estas tienden adherirse fácilmente a tejidos ricos en lípidos como el tejido cerebral, la mielina y el tejido adiposo; estas características hacen que los solventes sean perjudiciales para la salud” (1).

3.3 Problema de investigación

A pesar de las evidencias en otros países y ciudades, es necesario más estudios donde se demuestren más evidencias acerca de estas alteraciones en áreas como las industrias de pinturas, donde están expuestos a diferentes solventes orgánicos. Es por eso que surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la prevalencia de las alteraciones en la visión cromática de pintores expuestos a solventes orgánicos en una empresa metalúrgica en el municipio de Guarne, Antioquia, 2020?

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar la prevalencia de alteraciones en la visión cromática de pintores expuestos a solventes orgánicos en el municipio de Guarne, 2020.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar las características clínicas y demográficas de los pintores expuestos a solventes orgánicos en una empresa metalúrgica.
- Categorizar las discromatopsias a partir del análisis de la información obtenida en las pruebas de visión cromática.
- Plantear estrategias para la prevención de alteraciones de la visión al color adquiridas por exposición ocupacional a los solventes orgánicos.

5. JUSTIFICACIÓN

Debido a que en Colombia las alteraciones de la visión al color adquiridas por la exposición a solventes orgánicos, no se encuentra incluida en las lista de enfermedades profesionales laborales del país, según el decreto 1477 de 2014 (11) a que existe poca evidencia científica, se propuso realizar un estudio de las alteraciones al color, donde se considera este tipo de patologías una problemática de salud pública. Se implementa este estudio de prevalencia el cual permitirá por medio de la información epidemiológica recolectada, aportar a las bases de datos existentes sobre estas alteraciones al color producidas por solventes orgánicos: así estudios posteriores podrán realizar una correlación directa entre los solventes y estas alteraciones.

Además, los resultados de este estudio permitieron plantear estrategias para la prevención de alteraciones de la visión al color adquiridas por exposiciones ocupacionales a los solventes orgánicos en esta empresa.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Percepción del color

El color se puede definir como “una sensación que depende de tres factores, la longitud de onda de la luz, la capacidad de un objeto de reflejar o absorber dicha longitud de onda y la capacidad de un observador de absorber dicho espectro luminoso convertirlo en una señal electromagnética que pueda ser interpretado por el cerebro para que esté a su vez de respuesta a dicho estímulo”(12).

Las ondas de luz visibles son aquellas cuya longitud de onda se encuentra entre los 380 y los 780 nanómetros; fuera de estos límites siguen existiendo radiaciones, pero ya no son percibidos por el sistema visual(13).

Todos los colores están compuestos por tres propiedades como la tonalidad, saturación y brillo. Los cuales son elementos que hacen único un determinado color, le hacen variar su aspecto y definen su apariencia final (14).

6.2. Matiz (Tonalidad)

Es la cualidad por la cual diferenciamos y damos su nombre al color, azul, rojo, verde, entre otros.

6.3. Saturación

Es definido como la cantidad de gris que contiene su mezcla espectral. Es decir la intensidad o palidez de un color; entre más gris o más neutro es, menos brillante o menos saturado es, y por lo tanto, menos vivo(10).

“Cuando la luz que es percibida por el ojo está compuesta toda de la misma longitud de onda, se dice que el color está completamente saturado. Cuando más longitudes de onda son añadidas (o luz blanca), el color es más pálido (desaturado), aunque se perciba el mismo tono dominante. Por ejemplo, el rosa es un color desaturado del rojo” (5).

6.4. Brillo

Porción de luz que es percibida desde un objeto, lo cual hace que un color sea más claro o más oscuro. Los colores que tienen un valor alto (claros), reflejan más luz y los de valor bajo (oscuros) absorben más luz. Dentro del círculo cromático, el amarillo es el color de mayor luminosidad (más cercano al blanco) y el violeta el de menor (más cercano al negro)(15).

“La visión al color se da gracias a que en el fondo del ojo se encuentran millones de células, las cuales se encuentran altamente especializadas en detectar las longitudes de onda procedentes de nuestro entorno. Estas células, principalmente los conos y los bastones, se encargan de recoger los diferentes elementos del espectro de luz solar y transformarlos en impulsos eléctricos, para así enviarlos luego al cerebro a través de los nervios ópticos. El cerebro (en la corteza visual, que se halla en el lóbulo occipital) es el que se encarga de hacer consciente la percepción del color”(16).

“Los conos son los responsables de la visión del color y se cree que hay tres tipos de conos, sensibles a los colores rojo, verde y azul, respectivamente. Dada su forma de conexión a las terminaciones nerviosas que se dirigen al cerebro, son los responsables de la definición espacial. También son poco sensibles a la intensidad de la luz y proporcionan visión fotópica” (17).

“Los bastones se encuentran localizados en zonas alejadas de la fovea y se encargan de la visión escotópica (visión a bajos niveles). Se dicen que existen alrededor de 100 millones bastones y que son mucho más sensibles que los conos a la intensidad luminosa, por lo que aportan a la visión del color aspectos como el brillo y el tono, y son los encargados de la visión nocturna” (7).

“La visión normal de los colores requiere de la presencia de los tres tipos de conos, con la concentración adecuada de pigmento en cada uno de ellos, así como una retina con su estructura conservada. De esta forma, las personas con visión cromática normal son capaces de diferenciar las mezclas coloreadas originadas a partir de los tres colores primarios, denominándose así tricrómatas”(8).

6.5. Alteraciones de la visión al color

Las alteraciones en la visión al color son un trastorno en la visión cromática, es decir de los colores, y dentro de estas discromatopsias el daltonismo es la forma más frecuente. Las personas que padecen esta alteración ven perfectamente, pero tienen dificultad para ver un color o una gama de éste. Los tipos de colores que se ven más afectados son rojo – verde(18).

Las alteraciones en la visión al color se clasifican de dos formas congénitas y adquiridas.

Clasificación según su origen:

6.5.1. Los defectos congénitos

- Los errores se producen en una zona específica de conglomerado de colores
- Las otras zonas del conglomerado son normales .
- La A.V, C.V y ERG son normales.
- Cada test diagnostica resultados coherentes
- Este tipo de defecto es estable.
- No es asimétrico
- La persona con la alteración puede nombrar de manera correcta los colores.

6.5.2. Los defectos adquiridos(19)

- Los errores se producen en todo el conglomerado de colores
- Normalmente se encuentra otros problemas visuales
- Los resultados de los test varían cuando hay cansancio.
- El defecto no es estable .
- Suele ser asimétrico.
- La persona evaluada puede nombrar de manera incorrecta los colores.

6.5.3. Clasificación Según el pigmento afectado(6)

- Protanopia.
- Deuteranopia
- Tritanopia

6.5.3.1. Protanopia

Alteración en la visión al color en la cual las personas no logran distinguir el color rojo, debido a la ausencia de fotorreceptores que se encargan de la captación de este color. Ellos perciben el mundo sombreado en amarillo y azul, por tanto, el rojo como el verde lucen amarillentos.

Su agudeza visual es normal, lo que significa que sus retinas no carecen de conos "rojos" o "verdes". Este hecho y su sensibilidad a luces de distintas longitudes de onda, sugieren que los conos "rojos" están llenos de opsina del cono "verde".

6.5.3.2. Deuteranopia

La alteración al color verde o deuteranopia es aquella alteración en la visión al color donde hay una ausencia de los fotorreceptores retinianos del color verde; la agudeza visual es normal. Los conos "verdes" parecen estar llenos de opsina del cono rojo".

6.5.3.3. Tritanopia

Es una condición poco frecuente en la que están ausentes los fotorreceptores de la retina para el color azul. "Las personas confunden

el amarillo, el azul, y el púrpura azulado, y el amarillo verdoso con el gris. La diferencia entre ellas se debe a que la longitud de onda máxima de la primera es de 555 nm y la segunda es de 560 nm. La primera es del tipo protán (los rojos se ven como verde), la segunda del tipo deuterán (en este caso los verdes se ven como rojos) y las terceras del tipo tritán”(12) .

6.6. Neurotoxicidad

Es definida como la capacidad de los agentes químicos, biológicos o físicos de causar cambios funcionales o estructurales adversos en el sistema nervioso. También se refiere a los efectos adversos inducidos por la exposición y que no ha producido signos y síntomas evidentes a un examen clínico convencional.

6.6.1. Intoxicación aguda(1)

Cuando se presenta después de la inhalación masiva de vapores. Se caracteriza por unos síntomas más o menos inmediatos. Los efectos tóxicos de los solventes orgánicos, por ejemplo, se manifiestan a nivel del Sistema Nervioso Central donde provoca:

- Vértigo
- Somnolencia
- Nerviosismo
- Cefaleas
- Confusión

- Pérdida de conocimiento
- Incluso llegar al coma y a la muerte por paro cardiorrespiratorio.

6.6.2. Intoxicación crónica:

Cuando se produce por la exposición durante largos periodos de tiempo a concentraciones no muy elevadas, pero suficientes para provocar daño.

Habitualmente, al cesar la exposición al disolvente orgánico, la gravedad de los síntomas mejora parcialmente. Si la exposición se mantiene, las lesiones pueden llegar a ser irreversibles afectando: visión, audición, pérdida de control muscular, pérdida de control mental con cambios de conducta, piel: dermatitis, riñones: alteraciones del funcionamiento que se normaliza al suspender la exposición del tolueno, aparato digestivo: náuseas (20).

7. Pruebas para evaluación de la visión cromática (21)

Las pruebas para la evaluación de la visión del color se pueden clasificar en 4 tipos:

7.1. Test de confusión (Láminas pseudoisocromáticas)

El observador debe identificar un número, una letra o una forma en un fondo basándose sólo en el color. Algunos de estos test son: el test de Ishihara, el City University y el TheLanthony Tritan Album.

7.2. Test de clasificación

El observador debe ordenar los colores basándose en la tonalidad, o agrupar colores por algún atributo, como el Farnsworth D15, el Farnsworth-Munsell de 100 tonos y el SPP (Standard PseudoisochromaticPlates).

7.3. "Matching test"

El observador debe ajustar dos colores hasta igualarlos, como es el caso de los anomaloscopios.

7.4. Pruebas de denominación

El observador debe nombrar correctamente el color y/o responder con una acción apropiada sin necesidad de nombrar el color. Un ejemplo de dicha prueba es la linterna de Farnsworth.

Hay muchos test que son utilizados para la valoración de la visión al color, entre los más usados se encuentran:

7.5. Test de Ishihara(15)

El Test de Ishihara es el más utilizado para diagnóstico y clasificación de discromatopsias (alteraciones en la visión de colores, como el daltonismo) aunque además es muy útil para otros procesos

como conocer el estado del nervio óptico y sus fibras en patologías como el Graves-Basedow o compresión nerviosa en tumores, etc.

No permite distinguir defectos del eje azul-amarillo, aunque en realidad son muy raros; los principales son del eje rojo verde: la protanopia (dalton) en la que, a grosso modo, el espectro azul-verde se ve gris y tienen el espectro rojo muy acortado (carecen del cono rojo); y la deuteranopia (Nagel) donde el verde se visualiza gris (carecen del cono verde).

Si se visualiza 17 o más números normales, es una exploración normal. Si son menos de 13, es patológica. En la mayoría de los casos de daltonismo, excepto en los más leves, el paciente y las personas de su entorno comienzan a detectar ciertas anormalidades visuales durante el desempeño de las actividades diarias, escolares, entre otros. Otras muchas veces los individuos descubren por casualidad que padecen este tipo de trastorno.

El Test de Ishihara consiste en láminas en las que aparecen puntos de colores primarios dispuestos formando números o formas, sobre un fondo de puntos de colores similares, de modo que una persona con una capacidad visual normal 40 podrá distinguirlos, mientras que un daltónico no lo hace.

Consta de 38 cartas que muestran un círculo con puntos de colores de diversos tamaños. Los puntos forman un número que es visible para las personas que no padecen ningún defecto visual, pero aquellos con algún grado de daltonismo ven números distintos o, directamente, no son capaces de ver ningún número. Aunque la prueba completa incluye 38 discos, con que el paciente observe unas cuantas cartas es suficiente para detectar la existencia de un defecto visual.

7.6. Test Farnsworth

“Este test busca diagnosticar una posible discromatopsia mediante una serie de fichas coloreadas con saturación y luminosidad constante, pero que difiere en la tonalidad. El paciente deberá ordenarla de acuerdo con esta tonalidad y una vez colocada las fichas se obtendrá una gráfica con un patrón característico según la anomalía que el paciente presente”(9).

“El test se lleva a cabo sobre una mesa de exploración cuya superficie sea negra o gris mate. Se apagará la luz de la sala donde se realice el test, iluminando las pastillas de colores mediante un punto de luz situado a 30cm, tipo C (6700K: mired 149) y de 1150 lux. Se evitará fluorescentes o lámparas de tungsteno. Si el trabajador es portador de corrección óptica realizará el test con la misma, salvo que los cristales sean coloreados. En dicho caso se corregirá su déficit visual mediante lentes correctoras no coloreadas. Se explorará cada ojo por separado y se comprobará cualquier alteración repitiendo el test. No existe tiempo límite para la realización del mismo”(9).

“Las pastillas de colores se dispondrán sobre la mesa en desorden, salvo la pastilla de referencia que se dejará dentro del estuche. Se instruirá al trabajador para que ordene, a partir de la pastilla de referencia, el resto de pastillas por similitud cromática”(9) .

8. Causas de la discromatopsia adquirida(19)

8.1. Enfermedad de Parkinson (PD, por su sigla en inglés)

“Debido a que la enfermedad de Parkinson es un trastorno neurológico, las células nerviosas sensibles a la luz de la retina, donde tiene lugar el procesamiento de la visión, pueden estar dañadas y ser incapaces de funcionar correctamente”(19).

8.2. Cataratas

“El enturbiamiento del lente natural del ojo que tiene lugar con las cataratas "decoloran" la visión de los colores, tornándola mucho menos brillante. Afortunadamente, la cirugía de cataratas puede restaurar el brillo de la visión de los colores cuando se extrae el lente natural enturbiado y se lo reemplaza con un lente intraocular artificial”(19).

8.3. La tiagabina para la epilepsia

“Se ha demostrado que un fármaco antiepiléptico conocido como tiagabina reduce la visión de los colores en aproximadamente 41 % en quienes la están tomando, si bien los efectos no parecen ser permanentes”(19).

8.4. Neuropatía óptica hereditaria de Leber (LHON, por su sigla en inglés)

“Particularmente prevalente entre hombres, este tipo de neuropatía óptica heredada puede afectar incluso portadores que no presentan otros síntomas pero sí tienen un grado de daltonismo.

Fundamentalmente, con este trastorno se notan defectos en los colores rojo y verde”(19).

8.5. Síndrome de Kallman

“Esta afección heredada conlleva fallas de la glándula pituitaria, que pueden conducir a un desarrollo incompleto o inusual relacionado con el género, como por ejemplo el de los órganos sexuales. El daltonismo puede ser un síntoma de este trastorno” (19).

9. Solventes orgánicos (SO)(13)

Los solventes son compuestos orgánicos, los cuales se caracterizan por ser volátiles o mezclas líquidas de compuestos químicos que pueden ser utilizados solos o en combinación con otros agentes. Estos son químicamente diferentes, pero contienen una característica en común: disuelven grasas, aceites, resinas, acetato de celulosa y nitrato de celulosa, lo que los hace ampliamente utilizados en la industria.

Estos se utilizan en las industrias en especial las que fabrican pinturas, adhesivos, plásticos, metales, etc. En la industria de las pinturas son ampliamente utilizados para proporcionar la resina, la cual es la materia prima que ayuda al recubrimiento de la superficie, a la protección contra la corrosión y durabilidad de la pintura; en otras palabras, proporciona la calidad de la pintura.

Los solventes orgánicos utilizados en la fabricación de la pintura son: Tolueno, Ésteres, Acetona, Isopropanol. La inhalación a altas concentraciones del vapor de estos puede originar irritación de los ojos y del tracto respiratorio. Puede causar efectos en el sistema nervioso central.

9.1. Tolueno

El tolueno, también conocido como metilbenceno, es un líquido transparente e incoloro con un olor dulce característico que se utiliza ampliamente como disolvente en entornos industriales. El tolueno también es un ingrediente en algunos productos del consumidor, como pinturas, pegamentos y quitaesmaltes para uñas. El tolueno se genera naturalmente en el petróleo crudo y en el árbol estoraque. También se produce durante la fabricación de gasolina y otros combustibles a partir del petróleo crudo y al hacer coque, un tipo de combustible derivado del carbón que se utiliza para fabricar acero(19).

9.2. Acetona

La acetona, un líquido incoloro, es un disolvente usado en la fabricación de plásticos y otros productos industriales. La acetona también puede usarse en cantidades limitadas en productos para la casa, entre otros cosméticos y productos de cuidado personal, donde su aplicación más frecuente sería en la formulación de quitaesmalte para uñas. La acetona está presente naturalmente en el cuerpo humano como un subproducto del metabolismo(8).

9.3. Xileno

El xileno, también es conocido como dimetilbenceno, ya que según la posición relativa de los dos grupos metilo (CH₃) en el anillo bencénico, se diferencian tres tipos de compuestos, como son el ortoxileno, metaxileno y paraxileno (o con sus nombres sistemáticos 1,2-; 1,3-; y 1,4-dimetilbenceno)En condiciones normales, son líquidos incoloros e inflamables con un característico olor parecido al tolueno, que reaccionan violentamente con oxidantes fuertes, como por ejemplo el ácido nítrico (10).

9.4. Esteres

Son compuestos que se forman por la unión de ácidos con alcoholes, generando agua como subproducto. Los que son de bajo peso molecular son líquidos volátiles de olor agradable. Son las responsables de los olores de ciertas frutas. Los ésteres superiores son sólidos cristalinos, inodoros. Solubles en solventes orgánicos e insolubles en agua. Son menos densos que el agua(1).

“Debido a que la mayoría de estos solventes son lipofílicos y volátiles a temperatura ambiente, tienden a adherirse fácilmente a tejidos ricos en lípidos como el tejido cerebral, la mielina y el tejido adiposo. Esta característica hace que los SO sean perjudiciales para la salud. Entre los efectos adversos de los SO se han reportado: neurotoxicidad, mielotoxicidad, dermatitis, conjuntivitis e irritación de las vías respiratorias. La neurotoxicidad es la manifestación más reportada en la bibliografía y se presenta como cambios neurocomportamentales y alteración de las capacidades sensoriales, como la visión de colores, percepción de olores y pérdida de la audición”(3).

10. Protección laboral(21)

A diario en el trabajo las personas se ven expuestas a una serie de peligros provenientes de la manipulación de productos químicos. Estos peligros se han clasificado en corrosivos (ácidos), inflamables (solventes), venenosos (plaguicidas), oxidantes (peróxidos), entre otros, y pueden afectar seriamente nuestra salud y nuestra vida.

Para minimizar estos efectos perjudiciales y manipular de manera segura los productos químicos los trabajadores expuestos deben usar:

- Gafas, visores, mascara full face
- Máscara full face con cartuchos
- Overol
- Guantes de caucho natural, neopreno, nitrilo.

11. METODOLOGÍA

Se propone un estudio descriptivo de corte transversal

11.1. Población estudio u objeto estudio

Trabajadores de una empresa de metalúrgica en el municipio de Guarne expuestos a solventes orgánicos.

11.2. Muestra

Número de empleados que cumplieron con los principios de inclusión en este caso 11 pintores.

11.3. Técnica de muestreo

No probabilístico por conveniencia.

11.4. Criterios de selección

11.4.1. Criterios de inclusión

- Pintores de una empresa metalúrgica del municipio de Guarne, expuestos a solventes orgánicos desde seis meses en adelante.
- Expuestos por 8 horas diarias en promedio.
- Edades entre 18 y 60 años.
- Nivel educativo de bachiller a superior.

11.4.2. Criterios de exclusión

- Trabajadores con antecedentes de tratamientos oftalmológicos.
- Trabajadores que antes hayan sido diagnosticados con daltonismo.
- Trabajadores que estén bajo tratamiento de fármacos que alteren la visión al color.

11.5. Variables

Tabla 1. *Variables cuantitativas y cualitativas*

NOMBRE DE LA VARIABLE	NATURALEZA
Sexo	Cualitativa
Edad	Cuantitativa
Antecedentes familiares con alteración cromática.	Cualitativa
Alteración cromática	Cualitativa Si No
Tipo de Alteración cromática según Farnsworth	Cualitativa Protanopia, Deuteranopia y Tritanopia
Horas de exposición a los solventes orgánicos	Cuantitativo

En esta tabla se puede apreciar las variables cualitativas y cuantitativas de la población evaluada. **Tabla 1.**

11.6. Recolección de la información

La información de la presente investigación se llevó a cabo en la empresa metalurgia en el municipio de Guarne. Para ello, primero se realizó el reclutamiento de los participantes, de acuerdo con los criterios de inclusión.

Luego se procedió a explicarle cada uno de los objetivos del proyecto con el fin de que los participantes tuvieran conocimiento acerca de este. Se les hizo la entrega, lectura y firma del consentimiento informado por parte de cada uno de los participantes.

Se realizó el diligenciamiento de la historia clínica una vez se firmó el consentimiento informado y se procedió a la realización del tamizaje visual el cual estuvo comprendido por: toma de Agudeza visual, examen externo, refracción estática, examen subjetivo y oftalmoscopia.

Para la evaluación de los exámenes de colorimetría se utilizaron los test de Ishihara y Farnsworth D15. Y una vez aplicados, se realizó la interpretación de los resultados obtenidos a través de ello

11.7. Análisis de la información

La información se recolectó, digitó, procesó y analizó con Excel y el programa SPSS donde se mostró a través de gráficas, tablas y textos.

12.ASPECTOS ÉTICOS

De acuerdo con la resolución 8430 de 1993 esta es una investigación con riesgo mínimo ya que es un estudio prospectivo que empleó el registro de datos a través de procedimientos comunes.

Se realizará la firma de un consentimiento informado. Basados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) que describe los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, se indicaron los procedimientos a los que fueron sometidos asegurando su anonimato y confidencialidad de la información.

13.RESULTADOS

La cantidad de participantes incluidos en esta investigación fue de 11 sujetos todos ellos pintores de una empresa de metalúrgica con un promedio de edad de $43,09 \pm 10,5$ años de los cuales todos eran hombres que tenían mínimo 25 años de edad y 57 años la máxima edad encontrada en estos trabajadores

En el grafico que veremos a continuación vemos que dividimos a nuestros participantes en 4 grupos etarios, siendo el grupo de 40-50 años el grupo en el que más participantes estaban

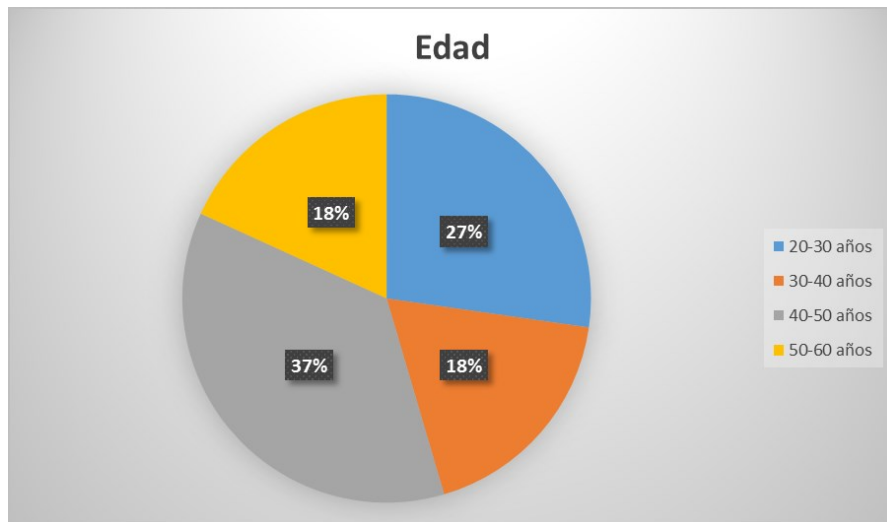


Figura 1. Resultados de grupo etarios de los trabajadores

En promedio hubo $15,36 \pm 7,7$ años de exposición a solventes orgánicos y, siendo 30 años el mayor tiempo de exposición en los trabajadores y 6 años el mínimo tiempo de exposición encontrado.

En el grafico que se muestra a continuación se puede observar que la mayoría de los trabajadores están laborando en la empresa por más de 10 años, por lo cual la exposición a solventes orgánicos en la mayoría de ellos podría considerarse una exposición crónica.



Figura 2. Resultados de años laborando en la empresa

En el siguiente grafico que vemos a continuación se muestra como está dividido el estrato socioeconómico de los trabajadores de la empresa donde se nos muestra que la mayor parte de los participantes, más de la mitad son estrato 2

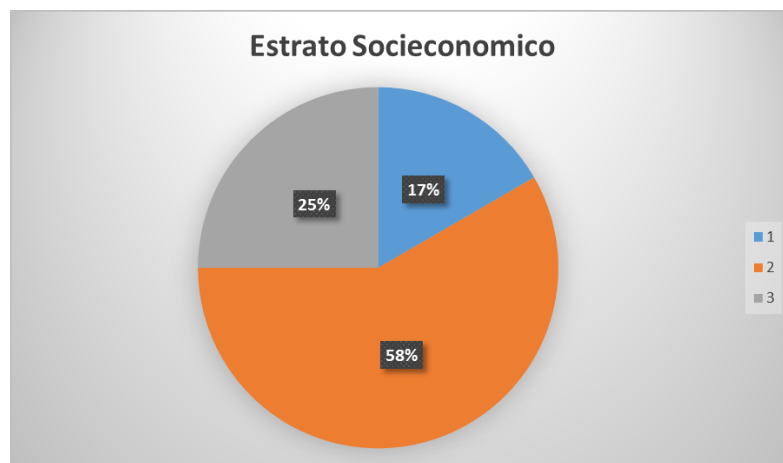


Figura 3. Resultados de estrato socioeconómico de los trabajadores.

Se aplicó de la misma forma el test de Ishihara y el test de farnsworth D15 para los trabajadores. Estas pruebas han mostrado

sensibilidad para encontrar cambios en la visión cromática, se obtuvieron los siguientes resultados:

En el siguiente histograma se puede apreciar que 2 de las 11 personas evaluadas presentaron alteración en los ejes Protan y Deutan.

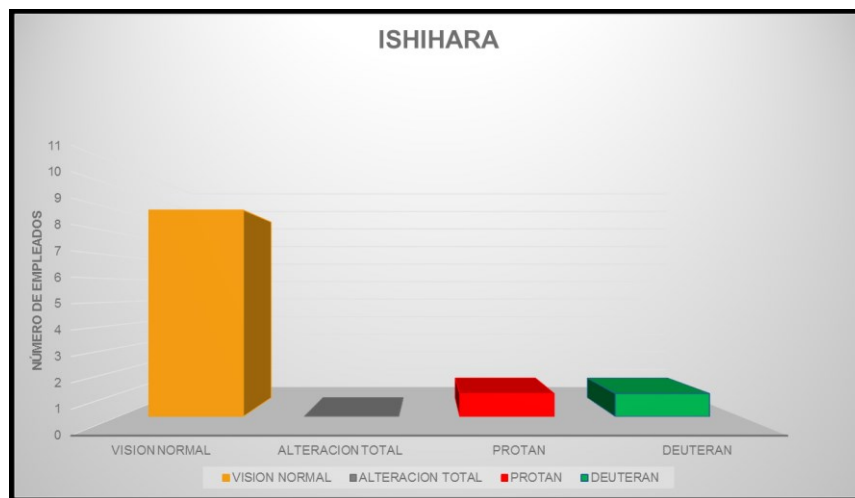


Figura 4. Resultados de los trabajadores evaluados con el test de Ishihara

En el siguiente histograma se puede apreciar que 5 trabajadores presentaron alteración en los ejes Tritan y 2 en los ejes Deutan, de los 11 trabajadores expuestos.

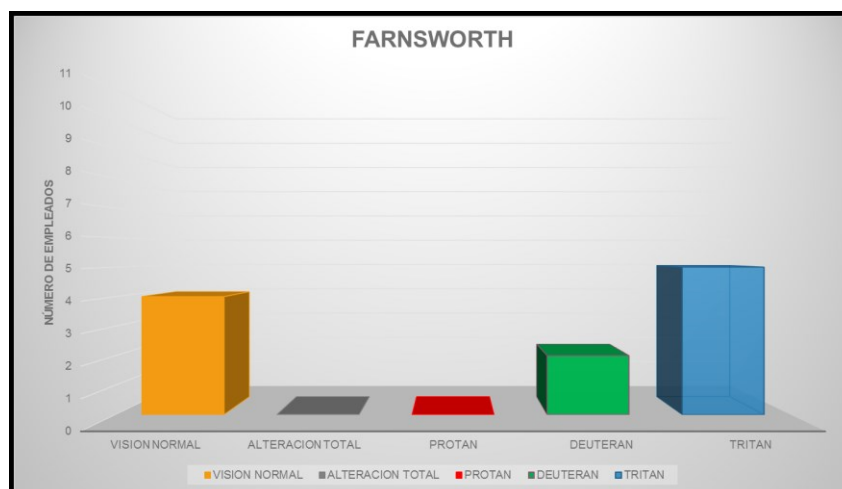


Figura 5. Resultados de los trabajadores evaluados con el test de Farnsworth.

Los trabajadores expuestos a solventes orgánicos presentaron principalmente alteraciones en el eje azul amarillo, 45,5% de los evaluados con el farsnowrth D15 mostraron alteraciones cromáticas tipo tritan y en un porcentaje muy bajo alteraciones tipo deuteran mientras que en el test Ishihara se presentó que el 9,09 % tenía una alteración tipo protan y el otro 9,09% tenía una alteración tipo deuteran pero en su gran mayoría los pacienthvtes tenían una visión al color normal.

Cabe resaltar que en cuanto a los participantes de la investigación que resultaron con alteraciones tipo tritan, la mayoría de ellos eran pintores que llevaban muchos años expuestos a solventes orgánicos, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Años de exposición pintores con alteraciones tipo tritan*

Pintor	Años de exposición
# 2	1 año
# 3	13 años
# 6	10 años
# 7	6 años
# 8	32 años

Una de las estrategias planteadas para cumplir con unos de los objetivos de la investigación fue hacer una serie de recomendaciones a la empresa, dentro de las cuales estarían realizar un examen más completo de la visión al color el cual incluya los test de colorimetría: Ishihara, Farnsworth y Lanthony, a la hora de ingresar el personal a la empresa, ya que esto les permitiría tener un control sobre las personas que ingresan ya con una alteración al color y las que posiblemente adquieran una alteración debido a la exposición.

Otra estrategia sería mejorar las áreas de trabajo, donde los empleados expuestos a estos solventes tengan mayor ventilación y circulación del aire para así evitar la alta concentración de estos solventes en espacios reducidos.

14. DISCUSIÓN

Las alteraciones cromáticas adquiridas por la exposición a solventes orgánicos han sido ampliamente reportadas por la literatura (3) en algunas investigaciones han encontrado relación entre estas alteraciones y la exposición a solventes orgánicos. En la presente investigación los trabajadores expuestos a solventes orgánicos mostraron resultados similares a investigaciones anteriores(8).

Los trabajadores expuestos a solventes orgánicos mostraron alteración sobre el eje azul; un 45,5% de los participantes del estudio con la prueba de farnsworth D15 fue relacionado con una alteración en el eje amarillo-azul (Tritan); los demás presentaron alteraciones tipo Protan y Deutan.

Según Sharanjeet-Kaur en 1998 (22), los trabajadores expuestos a solventes orgánicos a quienes se les practicó el test Farnsworth D-15 tuvieron problemas en el eje tritan en su mayoría, y este mismo hallazgo fue encontrado por Nakatsuka en 2001.

En el estudio realizado por Bolaños en el 2018 también encontraron en sus resultados que la mayoría de los evaluados presentaron alteración en los ejes azul y amarillo (9).

Con respecto a las horas de exposición, en este estudio los trabajadores permanecían en su sitio de trabajo 8 horas diarias, al igual como lo manifiestan otros estudios como por ejemplo el realizado por la universidad de Modena en Italia en el 2016 (3)

También Ingrid Jiménez en el estudio realizado acerca de estas alteraciones producidas por solventes en el 2008, refiere que otros estudios realizados en trabajadores de lavandería en Alemania, Japón

e Italia presentaron exposición a estos solventes por 8 o más horas diarias en su lugar de trabajo.(23)

Los resultados encontrados sirven de pilar para que con investigaciones futuras se pueda apoyar la hipótesis de que las alteraciones de la visión al color pueden ser producidas o pueden ser adquiridas por exposición ocupacional a estos solventes. El test Farnsworth D-15 es confiable para el diagnóstico ya que el test más utilizado en nuestro medio para encontrar alteraciones en la visión al color es incompleto debido a que no nos permite encontrar defectos en el eje azul-amarillo. Es así como también el estudio realizado por la universidad de la Salle en el 2018 en sus conclusiones refiere que “el test de Farnsworth permite caracterizar de manera confiable y medir alteraciones en la visión al color”(24)

Es necesario que se realicen más estudios sobre la relación que hay entre las alteraciones de la visión cromática y la exposición ocupacional a los solventes para así comprender mejor este tema.

15. CONCLUSIONES

La población evaluada presentó principalmente alteraciones en el eje azul amarillo, 45,5% de los evaluados con el farnsworth D15 mostraron alteraciones cromáticas tipo tritan.

Se encontró que la mayoría de pintores que tuvieron una alteración en el eje amarillo-azul eran personas que llevaban más de 5 años laborando en la empresa.

Por medio de la investigación se pudo notar que los trabajadores no tienen un examen previo completo de la alteración al color antes de ingresar a las empresas a trabajar, esto hace más complicado diagnosticar si la alteración es genética o fue adquirida en la empresa.

En futuras investigaciones, se debe revisar la estandarización en la administración de la prueba para así evitar errores relacionados con las dificultades implícitas de las pruebas, para obtener una medida precisa de la capacidad de discriminación del color y mejorar la concordancia entre estudios.

16. RECOMENDACIONES

De acuerdo al objetivo específico número 3 se planteó una serie de recomendaciones a la empresa, dentro de las cuales estarían que las empresas que trabajen con estos solventes orgánicos deben realizar un examen más completo de la visión al color el cual incluya los test de colorimetría: Ishihara, Farnsworth y Lanthony, a la hora de ingresar el personal a la empresa, ya que esto les permitiría tener un control sobre las personas que ingresan ya con una alteración al color y las que posiblemente adquieran una alteración debido a la exposición.

Se considera de gran importancia mantener unas medidas de prevención adecuadas que reduzcan los efectos neurotóxicos producidos por esta exposición. Las charlas de prevención en donde se muestren los efectos que estos solventes causan en la salud de cada uno de ellos, podrían ayudar a concientizar más a los trabajadores hacia el uso correcto de los elementos de protección como las máscaras de los vapores. También es importante mantener una rotación dentro de los puestos de trabajo, de tal forma que los trabajadores reduzcan un poco los niveles de exposición.

Según Lee E-H las medidas de prevención ocupacional y la ventilación implementada en los puestos de trabajo de mayor impacto pueden ayudar a reducir los niveles de neurotoxicidad y por ende las alteraciones en la visión cromática(5).

Se recomienda, además, que a partir de estas investigaciones se puedan realizar más adelante estudios con poblaciones más grandes que permitan hacer una correlación directa entre los solventes y estas alteraciones.

17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Iregren A, Andersson M, Nylén P. Color vision and occupational chemical exposures: I. An overview of tests and effects. In: NeuroToxicology [Internet]. 2002 [cited 2020 Feb 16]. p. 719–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12520762>
2. Universidad de La Salle (Bogotá C. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular. [Internet]. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular, ISSN 1692-8415, ISSN-e 2389-8801, N°. 11, 2008, págs. 59-65. Universidad de La Salle; 2008 [cited 2019 Apr 3]. 59–65 p. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599181>
3. Betancur-Sánchez AM, Vásquez-Trespacios EM, Sardi-Correa C. Discromatopsias y exposición a solventes orgánicos: una revisión sistemática. Arch Soc Esp Oftalmol [Internet]. 2017 Jan [cited 2019 Mar 27];92(1):12–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27422480>
4. Urban P, Gobba F, Nerudová J, Lukáš E, Čábelková Z, Cikrt M. Color Discrimination Impairment in Workers Exposed to Mercury Vapor. Neurotoxicology [Internet]. 2003 Aug 1 [cited 2019 Aug 20];24(4–5):711–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161813X03000366>
5. Lee E-H, Eum K Do, Cho S-I, Cheong H-K, Paek DM. Acquired dyschromatopsia among petrochemical industry workers exposed

- to benzene. *Neurotoxicology* [Internet]. 2007 Mar 1 [cited 2019 Aug 20];28(2):356–63. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161813X06001227>
6. Simunovic MP. Acquired color vision deficiency. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2019 Aug 20];61(2):132–55. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039625715001939>
 7. Palma M, Briceño L, Idrovo AJ, Varona M. Evaluación de la exposición a solventes orgánicos en pintores de carros de la ciudad de Bogotá. *Biomédica* [Internet]. 2015 [cited 2019 Apr 9];35:66–76. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/843/84340725008.pdf>
 8. Bourne RRA, Flaxman SR, Braithwaite T, Cicinelli M V, Das A, Jonas JB, et al. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Heal* [Internet]. 2017 Sep [cited 2020 Jan 21];5(9):e888–97. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214109X17302930>
 9. Diego B. Evaluación de la visión cromática en trabajadores de la industria textil expuestos a solventes orgánicos. 2018;37–40, 45,46. Available from: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/28295/79142207_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3u5

keJBB6iIATiM8pfkJJg9uoXfjOiR37Kg9rL1nuCcLZGPgwTh6it_Ok.

10. Bertrand J-A, Bedetti C, Postuma RB, Monchi O, Génier Marchand D, Jubault T, et al. Color discrimination deficits in Parkinson's disease are related to cognitive impairment and white-matter alterations. *Mov Disord* [Internet]. 2012 Dec [cited 2019 Apr 4];27(14):1781–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23147270>
11. REPUBLICA ,DE COLOMBIA Por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA.
12. Alejandro Bolaños Godoy D. EVALUACIÓN DE LA VISIÓN CROMÁTICA EN TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA TEXTIL EXPUESTOS A SOLVENTES ORGÁNICOS [Internet]. [cited 2019 Apr 3]. Available from: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/28295/79142207_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
13. Fox DA. Retinal and visual system. In 2015 [cited 2019 Aug 20]. p. 325–40. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444626271000172>
14. Mergler D, Bowler R, Cone J. Colour vision loss among disabled workers with neuropsychological impairment. *Neurotoxicol Teratol* [Internet]. 1990 Nov 1 [cited 2019 Aug 20];12(6):669–72. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/089203629090084P>

15. Geller AM, Hudnell HK. Critical Issues in the Use and Analysis of the Lanthony Desaturate Color Vision Test¹. *Neurotoxicol Teratol* [Internet]. 1997 Nov 1 [cited 2019 Aug 20];19(6):455–65. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892036297000469>
16. Simunovic MP. Acquired color vision deficiency. *Surv Ophthalmol* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2019 Mar 27];61(2):132–55. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039625715001939>
17. Chaparro Morales CI. Aplicación de la prueba Farnsworth Hue 100 en trabajadores expuestos a pesticidas, para detección de alteraciones adquiridas al color. 2018 [cited 2019 Apr 9]; Available from: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/28442>
18. Sociedad Española de Oftalmología. MD, Zanón-Moreno V, Vinuesa-Silva I. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología. [Internet]. Vol. 83, Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología. Sociedad Española de Oftalmología; 2008 [cited 2019 Mar 29]. 401–404 p. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912008000700002
19. Jovanovic J, Jovanovic M. Neurotoxic effects of organic solvents among workers in paint and lacquer manufacturing industry. *Med Pregl*. 2004;57(1–2):22–5.
20. Kishi R, Eguchi T, Yuasa J, Katakura Y, Arata Y, Harabuchi I, et al.

Effects of Low-Level Occupational Exposure to Styrene on Color Vision: Dose Relation with a Urinary Metabolite. *Environ Res* [Internet]. 2001 Jan 1 [cited 2019 Aug 20];85(1):25–30. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935100942270>

21. Costa TL, Barboni MTS, Moura AL de A, Bonci DMO, Gualtieri M, de Lima Silveira LC, et al. Long-term occupational exposure to organic solvents affects color vision, contrast sensitivity and visual fields. *PLoS One* [Internet]. 2012 [cited 2019 Aug 20];7(8):e42961. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22916187>
22. Sadler GR, Dhanjal SK, Shah NB, Shah RB, Ko C, Anghel M, et al. Asian Indian women: Knowledge, attitudes and behaviors toward breast cancer early detection. *Public Health Nurs* [Internet]. 2001 Sep 1 [cited 2020 Mar 15];18(5):357–63. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1525-1446.2001.00357.x>
23. Astrid I, Barbosa J, Khuu S, Boon MY. Children’s visual development View project Revista Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular View project. 2012 [cited 2019 Apr 9]; Available from: <https://www.researchgate.net/publication/280100342>
24. Unisalle C. Aplicación de la prueba Farnsworth Hue 100 en trabajadores expuestos a pesticidas, para detección de alteraciones adquiridas al color [Internet]. 2018 [cited 2019 Aug 20]. Available from: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/260>

