



CCADET  
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN OPTICA, A.C.



UANL  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



# VIII

CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17  
JUNIO, 2017

“GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO”

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



## FILTRO ÓPTICO CALIBRADO PARA PANTALLAS LCD QUE FUNCIONE DE APOYO PARA PERSONAS CON TRICROMATISMO ANÓMALO

Antonia Carrasco Martínez

cm.antoniamartinez@gmail.com  
Universidad Tecnológica de la Mixteca

### RESUMEN:

El presente estudio consiste en el diseño, construcción y evaluación de un prototipo de filtro óptico calibrado que permite la absorción y dispersión selectiva de longitudes de onda seleccionadas. Dicho filtro, está diseñado para ser utilizado en pantallas que emiten luz polarizada. El prototipo del filtro óptico fue probado frente a pantallas de LCD, con la finalidad de mejorar la visión de los colores en personas con tricromatismo anómalo. El procedimiento para evaluar la factibilidad del filtro óptico consistió en realizar al sujeto de prueba un test de Ishihara en línea, como prueba rápida para confirmar que tiene una visión anormal de color. Después se realizó la prueba Farnsworth para determinar el tipo y grado de tricromatismo anómalo que posee. Esta prueba consiste en determinar la longitud de onda que genera conflicto en la visión del paciente. Después, se elaboró el filtro con la capacidad de bloquear la longitud de onda determinada. Seguido de la aplicación del test de Ishihara en una pantalla LCD, donde el sujeto de prueba utiliza el filtro. Finalmente, se calculó el porcentaje de mejora en el paciente al hacer un comparativo de los resultados obtenidos con y sin filtro. Los resultados preliminares que actualmente se tienen indican que el filtro óptico construido con láminas dispersivas y polarizadores produce una mejora del 58.3 % en la visión de un paciente protanómalo. Cabe resaltar que éste es el primer prototipo de filtro óptico dispersivo y polarizante que mejora significativamente la percepción de colores en un paciente con tricromatismo anómalo.

### INTRODUCCIÓN

La visión anormal del color es un padecimiento que se presenta cuando la retina sufre la ausencia o deficiencia de uno, dos o tres células fotorreceptoras conocidas como conos, los cuales se encargan de absorber las longitudes de onda que se encuentran en el rango del espectro visible. La categorización de esta enfermedad depende de la funcionalidad y existencia de dichos conos en la retina de las personas. De acuerdo a la cantidad de conos que posee un individuo, la visión anormal de color se clasifica en: monocromatismo, en donde sólo existe la presencia de un cono; dicromatismo, condición donde el sujeto posee dos tipos de conos; tricromatismo anómalo, en esta clasificación, el paciente posee los tres tipos de conos, pero uno o más de ellos no funciona de manera correcta [1].

En la actualidad, alrededor de 337.5 millones de personas a nivel mundial tienen una visión anormal del color [1]. Para evaluar la visión del color de una persona, ésta puede someterse a un test de consultorio denominado Ishihara, el cual consiste en la observación de las distintas imágenes mostradas en láminas. El test es rápido y sencillo, pero no muestra la absorción de las longitudes de onda en los ojos del paciente. También puede aplicarse otro test denominado Farnsworth, mediante el cual se puede graficar con detalle la percepción de los colores. Ambos tests pueden ser realizados de forma gratuita en línea, sin que se altere la efectividad de los resultados [2]. La visión anormal del color afecta de forma diferente a las personas que lo poseen. Para aquellos que tienen un grado elevado, afrontan problemas desde la infancia, principalmente en el ámbito académico, debido a que erran constantemente en las evaluaciones escolares. En la etapa adulta, tienen dificultades para ser contratados en ciertos empleos, tales como: bomberos; electricistas y técnicos electricistas; En laboratorios: técnicos y droguistas; Textiles e industria gráfica, diseñadores web; Fotógrafos y pintores; En otras ocupaciones como trabajos de geología, cartografía y química.

La utilización de este filtro permitiría fortalecer las capacidades de visión de los colores en personas con tricromatismo anómalo, impactando de manera directa en su estilo de vida.

### 2. TEORÍA

La luz se puede considerar como una onda electromagnética caracterizada por una cierta longitud de onda. En el caso de la luz que incide en el ojo humano, las células fotosensibles de la retina, llamadas conos y bastones, sólo son excitables a las radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda entre 380 y 760 nm. Gracias a esto puede tener lugar el proceso de la visión.

Si observamos una fuente de luz ordinaria, veremos que tiene un gran número de emisores atómicos orientados al azar (ver figura1). Cada átomo excitado emite un tren de ondas linealmente polarizado durante un tiempo de aproximadamente

# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

“GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO”

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



$10^{-8}$  segundos. Sin embargo, se están emitiendo constantemente nuevos trenes de onda, y el estado de polarización cambia continuamente de forma impredecible. Si estos cambios tienen lugar tan rápidamente que es imposible distinguir cualquier estado de polarización, esta luz se conoce como luz no polarizada o luz natural. Por el contrario, la luz polarizada mantiene una relación constante de la orientación del campo eléctrico entre los distintos trenes de onda que constituyen el haz de luz (ver figura 1) [3].

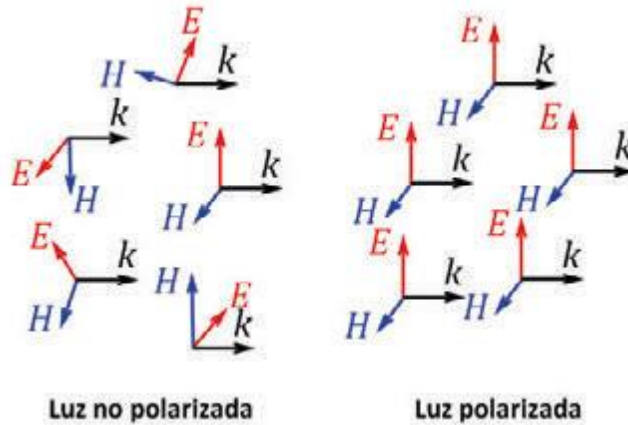


Figura 1. Haz de luz representado esquemáticamente para luz no polarizada (luz natural) y luz polarizada. Fuente: Ignacio Moreno Soriano.

La velocidad de una onda electromagnética es el producto de su frecuencia y su longitud de onda. En el vacío, la velocidad es la misma para todas las longitudes de onda del espectro visible. En cambio, la velocidad de un rayo de luz, en un medio depende de su longitud de onda. Los rayos luminosos de ondas cortas pierden más velocidad que aquellos de ondas largas; un rayo de luz azul se desplaza más lentamente que un rayo de luz roja, esto significa que el índice de refracción de un cuerpo transparente varía con la longitud de onda del rayo luminoso que lo atraviese. Por lo tanto, según la ley de Snell, los diversos colores de la luz son refractados y desviados en distinto grado (ver figura 2). Este efecto se denomina dispersión o descomposición de la luz.

Mediante las propiedades de polarización y dispersión de la luz, el filtro óptico desarrollado en esta investigación, busca mejorar la visión de los colores en personas con tricromatismo anómalo.

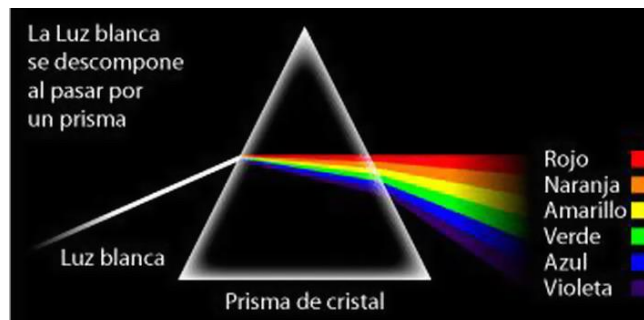


Figura 2. Descomposición de un haz de luz blanca, al atravesar un prisma, en rayos luminosos de diferentes longitudes de onda.

# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

“GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO”

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



### 3. PARTE EXPERIMENTAL

Arreglo experimental y sus elementos.

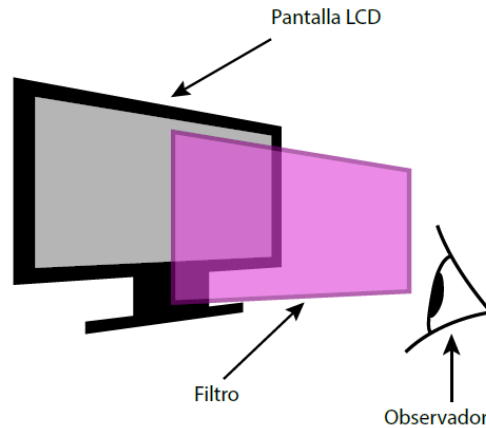
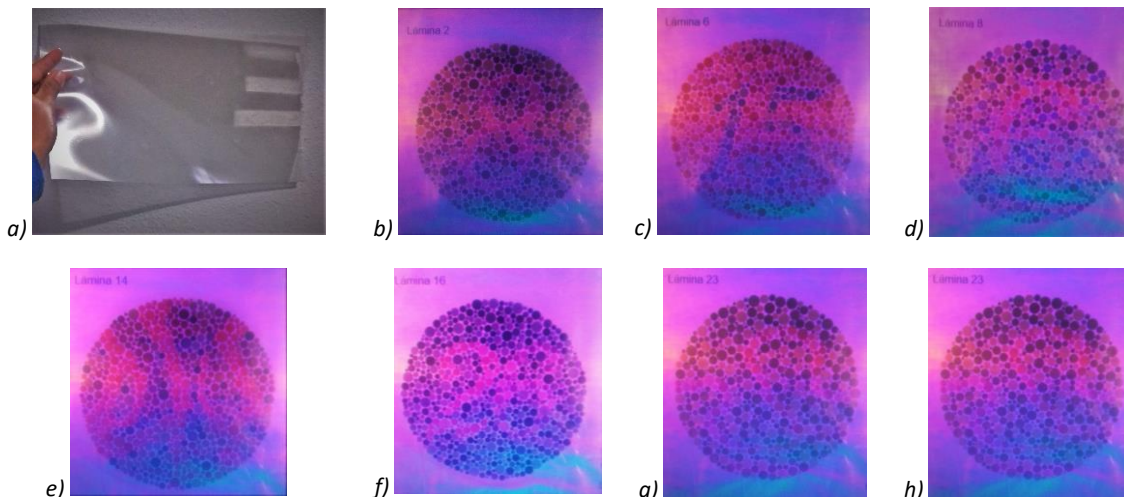


Figura 3. Esquema en perspectiva del observador, la pantalla LCD y el filtro óptico.

En la figura 3 se muestran los elementos que intervinieron durante el experimento. El observador, es el sujeto con visión anormal del color que mira las imágenes emitidas por la pantalla LCD a través de los distintos filtros desarrollados. En la primera etapa de pruebas, se identifica al sujeto de acuerdo al tipo de tricromatismo anómalo que posee. En este caso, se cuenta con paciente único el cual está clasificado como medio protanómalo. Durante la segunda etapa se realiza al paciente el test de Ishihara con los distintos modelos de filtro para determinar cuál arroja los mejores resultados.



Figuras 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h.

Fotos de un filtro y los cambios que produce al utilizarse en el test Ishihara.

En la figura 4a se observa uno de los modelos del filtro desarrollado. Las imágenes del 4b al 4h, muestran las fotografías de las láminas del test Ishihara en línea utilizando un mismo filtro. Si un observador con visión normal del color, compara las láminas de la tabla I con estas imágenes, notará cambios en la coloración y una ligera dificultad para visualizar las figuras que contiene cada lámina.

A continuación, en la tabla I se muestran los resultados de las pruebas más relevantes:

# VIII

## CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

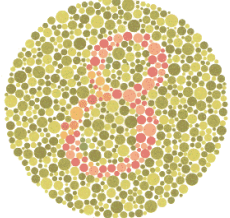
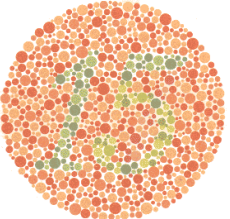
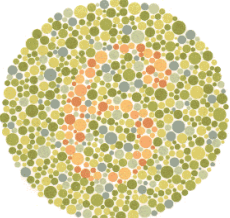
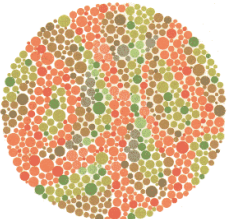
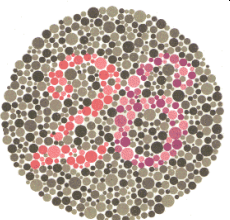
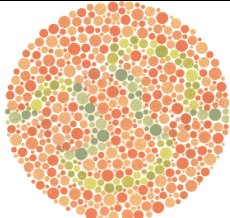
15-17 JUNIO, 2017

“GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO”

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL  
Monterrey, Nuevo León



Tabla I. Resultados obtenidos del test de Ishihara.

Lámina	Sin filtro	Filtro A	Filtro B
	Ve el 3 con claridad. Al fondo ve un verde pasto.	Ve un 8	Ve un 3
	Ve la parte del 5 que es de verde claro de color naranja claro y el fondo de verdes azulados.	Ve un 5	Ve parte de un 17
	No ve el 6. Sólo ve puntos azules, naranjas suaves y fuertes. Los puntos verde oscuro los ve de color café.	No ve figura	Ve un 6
	Sólo ve naranjas y colores verduzcos.	Ve un verde que nunca había visto y más matices de colores	Ve pocos colores
	Sólo ve el 6 con contorno azul y fondo gris. No ve el 2.	Ve el 2 de color rosa y el 6 de tonos azules. El fondo lo ve de colores rojo oscuro y claro.	Ve el 2 muy definido de colores naranja y rojo. El 6 se ve de color lila. Ve el fondo oscuro.
	Los puntos de color verde olivo los ve de color naranja suave y ve el fondo de puntos naranjas fuertes y puntos color melón.	Ve cuerda completa	Ve parte de la cuerda que es verde puro

# VIII

CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

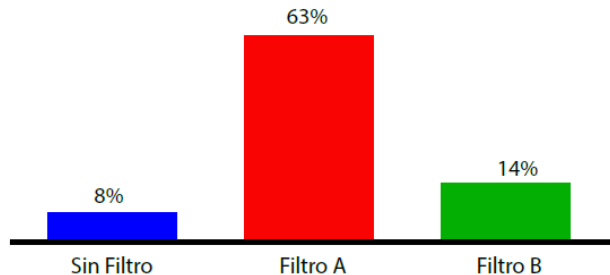
“GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO”

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL Monterrey, Nuevo León



	<p>Ve una cuerda de color azul y gris sobre un fondo de verde y verde opaco.</p>	<p>Ve cuerda completa</p>	<p>Ve parte de la cuerda que es de color rosa</p>
--	--	---------------------------	---

Después de realizar el test Ishihara de 24 láminas, se hizo un comparativo de los resultados sin filtro y con los diversos filtros desarrollados. En la gráfica I se indica el porcentaje de aciertos obtenidos en las pruebas realizadas con dos filtros relevantes, el “A” y el “B”, así como el porcentaje que obtuvo al realizar la prueba en línea de forma natural, sin filtro.



Gráfica I. Resultados obtenidos del test de Ishihara sin filtro y con dos tipos distintos de filtros.

#### 4. CONCLUSIONES

Se diseñó el prototipo de un filtro óptico que permite distinguir más colores a las personas con tricromatismo anómalo. Este primer prototipo fue calibrado para un paciente único clasificado como medio protanómalo, quien mejoró en el test Ishihara en un 58%.

El filtro puede ser calibrado para otras clases de tricromatismo anómalo. Además, es adaptable para usarse como lentes. El trabajo a futuro consiste en aumentar la diversidad de sujetos de pruebas y por consiguiente la base de datos de información, además de mejorar la efectividad los filtros actuales.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Ryan, S. J. (2013). Retina. Elsevier Inc.
2. Sotil, W., & Calvo, N. (2015). Tests de visión cromática asistidos por computadora. Argentina: 6º Congreso Argentino de Informática y Salud.
3. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). (2015). Unidad Didáctica Ciencia con luz propia. Aplicaciones tecnológicas de la luz:. España: Imprenta Mundo.