

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS.
OPTOMETRÍA MÉDICA.



Tesis para optar al título de Licenciado en Optometría Médica.

“EFECTIVIDAD EN EL ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN CROMÁTICA DEL TEST FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE COMPUTARIZADO EN COMPARACIÓN CON EL TEST FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE MANUAL EN ESTUDIANTES DE 16 A 25 AÑOS DE EDAD EN LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA EN EL AÑO 2015”

AUTORES:

Br. Edwin Antonio Mejía Rivera.
Br. Ramdall Enoch Agurcia López.
Br. Sonia Estefanía Urbina Martínez.

TUTOR: Dr. Andrei Dvoynos

MANAGUA, NICARAGUA 2015

Contenido

1. TEMA	6
RESUMEN	7
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTOS	9
2. INTRODUCCIÓN	10
3. ANTECEDENTES	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
7. MARCO TEÓRICO	17
1. Color.....	17
1.1 Propiedades /Atributos Psicofísicos del color.....	18
1.2 Percepción del Color.....	19
1.3 Neuro-fisiología del color.....	20
2. Alteraciones cromáticas:.....	23
2.1 Tricrómatas:.....	25
2.2 Dicrómatas.....	26
2.3 Monocromatismo.....	27
2.4 Acromatopsia.....	28
2.5 farmacos que alteran la percepcion del color.....	28
3. Farnsworth-Munsell Hue 100, Manual.....	29
3.1 Tecnología empleada.....	29
3.2 Procedimiento.....	30

3.3 Puntuación	30
3.4 Error total	31
3.5 Condiciones ambientales que debe cumplirse para realizarlo	31
3.6 Fiabilidad	31
3.7 Validez	32
4. Farnsworth-Munsell Hue 100 computarizado.	32
4.1 Tecnología empleada	32
4.2 Procedimiento	32
4.4 Condiciones ambientales que debe cumplirse para realizarlo	33
4.5 Métodos de interpretación.	33
4.6 Procesos para evaluar la calidad el test en ordenador.....	35
8. DISEÑO METODOLÓGICO.....	37
ÁREA DE ESTUDIO.....	37
TIPO DE ESTUDIO.....	37
UNIVERSO.....	37
MUESTRA.....	37
MÉTODO.....	37
CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	39
INCLUSIÓN.....	39
EXCLUSIÓN.....	39
OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.....	40
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
9. RESULTADOS.....	44
10. DISCUSIÓN.....	50
11. CONCLUSIONES.....	52

12. RECOMENDACIONES.....	53
13. BIBLIOGRAFÍA.....	54
14. ANEXOS.....	59
CRONOGRAMA.....	63
PRESUPUESTO.....	64
15. TABLAS Y FIGURAS.....	65

OPINIÓN DE TUTOR

Por medio de la presente hago constar que siendo tutor he revisado y valorado la monografía de Ramdall Enoch Agurcia López, Edwin Antonio Mejía Rivera y Sonia Estefanía Urbina Martínez. **“EFECTIVIDAD EN EL ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN CROMÁTICA DEL TEST FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE COMPUTARIZADO EN COMPARACIÓN CON EL TEST FARNSWOTH MUNSELL 100 HUE MANUAL EN ESTUDIANTES DE 16 A 25 AÑOS DE EDAD EN LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA EN EL AÑO 2015”.**

Opino que este trabajo presenta resultados significativos e importantes para la práctica optométrica. Los métodos utilizados para la investigación son estadísticamente verificados con alto nivel de confianza. Las recomendaciones hechas en base de la investigación tienen relevancia para la atención de pacientes y deben ser divulgados entre los profesionales de optometría.

Por lo tanto considero el trabajo listo para la defensa

Dr. Andrey Dvoinos

Profesor titular

FCM

UNAN-Managua

1. TEMA

“EFECTIVIDAD EN EL ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN CROMÁTICA DEL TEST FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE COMPUTARIZADO EN COMPARACIÓN CON EL TEST FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE MANUAL EN ESTUDIANTES DE 16 A 25 AÑOS DE EDAD EN LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA EN EL AÑO 2015 ”

RESUMEN

La Optometría médica es una profesión de salud que proporciona cuidados de atención primaria en salud visual. Dentro de los exámenes visuales se evalúa la sensibilidad al color, cuyo propósito se centra en detectar anomalías en la percepción de colores y su discriminación diagnosticando diferentes patologías, una de nuestras tareas es el perfil investigativo, por lo que procedimos a realizar dicho trabajo en función de esta labor, existen pruebas que evalúan la sensibilidad al color, este estudio se trató del Test de Farnsworth-Munsell 100 Hue, cuyo propósito es detectar alteraciones en la visión del color; que consiste en ordenar por tono un conjunto de muestras coloreada, de manera que evalúa la discriminación cromática del paciente. Se puede realizar de forma manual y de forma computarizada. En la siguiente investigación se realizó una comparación de la efectividad de los resultados entre ambos test.

Con dicho estudio procedimos a describir la efectividad de la versión computarizada en comparación con la manual de dichos test, valorando la percepción cromática de los estudiantes, identificando la prevalencia de alteraciones cromáticas en los mismos, midiendo el tiempo que llevó realizar cada prueba y establecer las diferencias que encontramos en los resultados.

El estudio investigativo de tipo observacional descriptivo cuantitativo de corte transversal fue comprendido por una muestra por conveniencia de 112 participantes de los cuales 105 cumplieron con los criterios de inclusión; el resultados que arrojó la investigación determinó que el test computarizado tiene un nivel de sensibilidad del 76% y una especificidad del 80% por lo cual concluimos que no tiene la misma efectividad que el manual pero sí puede ser utilizado como un indicador de posibles anomalías cromáticas.

Palabras Clave: Efectividad. Color. Percepción. Farnsworth.

DEDICATORIA

A nuestros padres, ya que este logro es tanto suyo como nuestro, quienes nos han apoyado incondicionalmente, tanto en esfuerzo como sacrificios, revelándose siempre como guía y motivación de este trabajo. Para ellos, este honor.

A su vez al Dr. Miguel Silva Mayorga, coordinador de la carrera, quien gracias a sus esfuerzos, a su perseverancia y su constancia, ha surgido lo que para él ha sido un gran sueño, la optometría médica; nos sentimos dichosos de contar con su apoyo.

Una mención y dedicatoria muy especial hacemos a nuestro querido y muy apreciado tutor, Dr. Andrey Dvoinos, que con su paciencia y su deseo de enseñar nos ha inculcado el espíritu investigativo, nos ha llevado de la mano en este paso tan importante.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente le damos las gracias a nuestro Dios, porque sin Él nada podemos hacer, por darnos la sabiduría y los conocimientos para llegar a donde estamos; le damos las gracias por habernos permitido cumplir este sueño, que a pesar de las adversidades nos ha dado la fuerza y fortaleza que nos han hecho seguir hasta el final.

A nuestros padres Inés del Rosario Rivera Meza (Edwin), Salomón Agurcia Lacayo y Fanny López Balmaceda (Ramdall), Ileana de la Concepción Martínez González (Sonia) quienes han sido nuestro pilar, la base de nuestros sueños, quienes nos han impulsado a lograr nuestras metas; con su amor, su entrega y su ejemplo nos han sabido inculcar la educación y los valores por los cuales somos quienes somos en la actualidad.

Nuestros sueños son sus sueños, nuestros logros son sus logros,

¡Muchísimas Gracias!

2. INTRODUCCIÓN.

La Optometría médica es una profesión de Salud que proporciona cuidados de atención primaria en Salud Visual incluye refracción, óptica, diagnóstico y manejo de enfermedades oculares, así como la rehabilitación de condiciones del sistema visual.

Para lograr la eficiencia visual y salud ocular existen diferentes actividades en la profesión que también permiten mejorar y preservar la calidad de salud y vida de los individuos, acciones de prevención, exámenes oculares, reconocimiento y diagnóstico de manifestaciones sistémicas que tienen repercusión en el ojo.

Dentro de los exámenes visuales se evalúa la sensibilidad al color, cuyo propósito se centra en detectar anomalías en la percepción de colores y su discriminación diagnosticando diferentes patologías (Antolinez, 2011).

El test de Farnsworth consiste en ordenar por tono un conjunto de muestras coloreada, de manera que evalúa la discriminación cromática del paciente (FEZ, AGOSTO 2011); dicha prueba se puede realizar de 2 maneras, (Gonzalez M. , 2007), de forma manual y por el computador.

En la siguiente investigación que tiene como tema “Eficacia del Test Farnsworth-Munsell 100 Hue computarizado en comparación con el Test Farnsworth Munsell 100 Hue manual en estudiantes de 16 a 25 años de edad en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua” se realizarán ambas pruebas a cada uno de los estudiantes haciendo un análisis comparativo entre los resultados de ambos test, con el objetivo principal de comprobar la efectividad de test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado.

3. ANTECEDENTES.

En Mayo 2015 *Matthew B. Cranwell; Bradley Pearce; Camilla Loveridge; Anya Hurlbert*, del instituto de Neurociencia en la Universidad de Newcastle del Reino Unido realizan la investigación ***FUNCIONAMIENTO SOBRE LA PRUEBA FARNSWORTH-MUNSELL 100 HUE Y SU RELACIÓN SIGNIFICATIVA CON EL COEFICIENTE INTELECTUAL NO VERBAL***, Este estudio investiga cómo la capacidad intelectual general se relaciona con el rendimiento tanto en la FM100 y una nueva prueba de umbral de discriminación cromática basada en ordenador, a través de diferentes grupos de edad, tanto en el desarrollo típico y atípico. Los participantes fueron divididos en dos grandes grupos de edad, los niños (6-15 años) y adultos jóvenes (16-25 años), el rendimiento de la prueba Farnsworth-Munsell 100-Hue fue mejor en los adultos que en los niños. Los resultados indicaron que el rendimiento FM100 no es solamente una medida de discriminación de color, sino que también refleja la capacidad verbal general. Por lo tanto, se requieren otras medidas de capacidad de discriminación cromática para su evaluación precisa, sobre todo en el desarrollo temprano atípico (Cranwell, Pearce, Loveridge, & C., 2015)

En 2013 con la colaboración de Supriyo Ghose, Twinkle Parmar, Tanuj Dada, Murugesan Vanathi, publican ***EL NUEVO TEST FARNSWORTH MUNSELL 100-HUE PRUEBA BASADA EN COMPUTADORA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VISIÓN DEL COLOR***, con Afiliación Dr. Rajendra Prasad del Centro de Ciencias oftálmicas, All India Institute of Medical Sciences, Ansari Nagar, Nueva Delhi, India. Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar el test de FM100 Hue de ordenador y compararlo con el test FM100 Hue manual, en individuos normales y con deficiencia de color congénita. Se tomó en cuenta a 50 sujetos con defectos congénitos y 200 sujetos sin afecciones, con una agudeza visual mejor corregida de 6/12. Los parámetros evaluados fueron las puntuaciones de error total (TES), tipo de defecto y la prueba del tiempo. Utilizaron el Coeficiente de correlación Pearson para determinar la relación entre los resultados de las pruebas, Kappa de Cohen se utilizó para evaluar el acuerdo de la clasificación de defectos del color entre las dos pruebas, utilizaron la curva ROC para determinar el puntaje óptimo de corte para la prueba Farnsworth-Munsell 100 Hue por ordenador. El tiempo medio fue de $16 \pm 1,5$ con un rango 6-20 min para la prueba FM 100-

hue manual y $7,4 \pm 1,4$ con un rango 5-13 min para la prueba de FM 100-hue basado en ordenador, reduciendo así el tiempo de prueba a $< 50\%$ ($p < 0,05$). Para calificar la discriminación de color, el coeficiente de correlación de Pearson para TES entre ambas pruebas fue de 0,91 ($p < 0,001$). Para la clasificación de defectos del color, el coeficiente de Cohen fue de 0,98 ($p < 0,01$). Llegaron a la conclusión que el test de Farnsworth-Munsell 100 Hue por ordenador es un método eficaz y rápido para detectar, clasificar y calificar las anomalías de la visión del color. (Supriyo Ghose, 2013) . Sin embargo el test virtual que fue utilizado en esta investigación no está al acceso libre y gratuito lo que limita la aplicación de resultados de esta investigación.

En Diciembre de 2011 (ITME) publica la investigación de ***APLICACION DEL TEST DE VISION DE COLOR ADAPTADO EN COMPUTADORA EN LA INPESCCION DE FORMACION PROFESIONAL DE MEDICINA EN CHINA*** el objetivo de la investigación era observar las pruebas de visión del color en el diagnóstico de inspección en la educación Médica en china. Se utilizó el test de Farnsworth-Munsell 100 HUE para evaluar la capacidad de discriminación de color de los estudiantes, este estudio proporciona la enseñanza de inspección diagnóstica, una evaluación objetiva y herramientas de entrenamiento, según la investigación, las habilidades de discriminación de color en estudiantes de Medicina Chinos pueden mejorar efectivamente (Burnett, 2011)

En el estudio de (Rueda Nancy, Guarnizo Diana, DRA. Jiménez Indgrid, 2008) Denominado: ***“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”***. Se evaluaron a 30 personas a las que se les realizaron los test, En ambos se encontraron los mismos resultados detectando la existencia o ausencia de alteraciones de la visión cromática, comprobando, según el estudio en los pacientes examinados».

4. JUSTIFICACIÓN.

La evaluación de la visión de color deberá formar parte de todo examen optométrico. Al evaluar niños, lo principal es la detección de anomalías visuales congénitas y cuando se evalúa a adultos se deberá investigar de una posible anomalía adquirida de la visión del color.

Con el avance de las herramientas tecnológicas, las pruebas diagnósticas para la detección de las anomalías cromáticas, ya certificada y existentes que son de uso manual, han incursionado en el formato virtual, tratando de generar que estas sean muchos más rápidos y accesibles(económicamente hablando), al igual que sean buen entendimiento para los pacientes.

Ejemplo de esto ha sido el test de Farnsworth Munsell 100 Hue Manual que puede considerarse como “estándar de oro” en detección de alteraciones de la visión del color. Sin embargo este test tiene varios inconvenientes, especialmente para los países en vías de desarrollo. Primero, su precio oscila entre 700 y 1000 dólares, lo que lo hace inaccesible para una clínica optométrica pequeña. Segundo, este test tiene vida media limitada ya que con todo el cuidado es inevitable que el paciente toca las fichas de color lo que termina en su deterioro. Y por último la interpretación de test manual dura casi el mismo tiempo que el procedimiento en si incluso si se usa la hoja de Excel para el cálculo de puntaje final.

Existe un análogo computarizado de test de Farnsworth que está en libre y gratuito acceso en Internet e incluso puede instalarse en computadora para ser utilizado offline. Sin embargo este test carece de datos fidedignos que certifican su eficiencia, sensibilidad y especificidad, por lo cual es conveniente establecer una comparación entre ambos métodos, con tal de saber la veracidad del servidor interactivo virtual, con la ya conocida versión manual.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El Test para determinar el estado de la percepción del color de las personas es una prueba que debería formar parte del protocolo a seguir por cada establecimiento de salud visual; con el fin de darle una mejor atención al paciente, y conocer el rendimiento de éste según su percepción cromática.

La dificultad que tienen dichos establecimientos es que las pruebas que existen tienen un alto costo, por lo cual no todos tienen la posibilidad de acceder a ellas.

Una de estas pruebas cuya validez ya ha sido demostrada, es el test Farnsworth Munsell 100 Hue manual, el cual ha sido reconocido como el “estándar de oro” en el estudio de la visión del color, debido a su alta efectividad, el inconveniente que éste presenta es que al igual que la mayoría de instrumentos y herramientas para diagnósticos en el campo de la salud, es que tiene un costo que oscila los U\$1,000.00 (Mil dólares); lo que lo convierte en inaccesible para muchos, a esto se le suma el hecho de que su realización es compleja para el paciente por el tiempo que requiere y la interpretación requiere de mayor tiempo y mucha técnica manualmente laboriosa.

Actualmente existe una réplica virtual de dicho test bajo el mismo principio que la versión manual, la cual no tiene ningún costo, puede utilizarse de manera on-line y off-line, requiriendo únicamente de una computadora con acceso a internet, lo que la hace útil para los centros visuales que no pueden adquirir el test manual; esta prueba realiza la interpretación de los resultados automáticamente luego de que el paciente termina la prueba, que requiere no más de 5 (cinco) segundos la espera de dicho análisis; otro punto a su favor es que al ser una prueba computarizada se vuelve atractiva para las personas.

El inconveniente es que no existen datos fidedignos que comprueben que la versión computarizada de dicho test tiene la misma efectividad de la versión manual y he aquí el objetivo de nuestra investigación; por lo cual nos planteamos la siguiente pregunta

¿CUÁL ES LA EFICACIA DEL TEST FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE (FMH) COMPUTARIZADO EN COMPARACIÓN CON EL TEST FARNSWORTH MUNSELL 100 HUE MANUAL EN ESTUDIANTES DE 16 A 25 AÑOS DE EDAD EN LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA 2015?

6. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

- Describir la efectividad del test Farnsworth-Munsell 100 Hue computarizado en comparación con el test Farnsworth-Munsell 100 Hue manual en estudiantes en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, 2015.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Valorar la percepción cromática de los estudiantes en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Identificar la prevalencia de alteraciones en la visión de color en la población a estudiar.
- Medir el tiempo que se requiere para realizar el test de Farnsworth-Munsell 100 Hue computarizado y el test de Farnsworth-Munsell 100 Hue manual.
- Comparar los resultados de las anomalías cromáticas obtenidas por el test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado y versión manual.

7. MARCO TEÓRICO.

1. Color

La luz que incide proveniente de una fuente luminosa está compuesta por una multitud de ondas electromagnéticas. Cuando estas ondas inciden sobre un objeto parte de estas son refractadas y las restantes son reflejadas, esto según las características físicas y químicas del objeto.

Las ondas reflejadas son captadas por nuestros ojos en donde se desarrolla una serie de procesos fisiológicos para transformar estas ondas en señales que nuestro cerebro interpretará, ya sea que sea en función de reconocer esta información o almacenar información nueva.

Por lo cual, dar al color una definición exacta resulta, no tan sencillo ya que este no es materia, sino energía que es percibida como una sensación como resultado de las ondas reflejadas de un objeto. *“El color solo existe en un ambiente fonóptico que es cuando actúan los conos”* (Gonzalez F. E., 2002).

Teniendo en cuenta la naturaleza del color resulta difícil medirle de una manera objetiva, dejando por fuera la respuesta psicofísica de la percepción. La percepción del color por ende dependerá de cada individuo, lo que indica que el cómo un individuo perciba la sensación del color, será diferente (ya sea de forma ligera o moderada) en comparación con otro individuo semejante. Así mismo este mismo individuo puede percibir dos colores con diferentes composiciones espectrales como iguales, a estos colores con cercanía en sus componentes espectrales se les conoce como “colores metámeros” (Herraz, 2002)

Es por esto que es de consideración importante conocer la respuesta particular de cada individuo con respecto a las sensaciones del color.

El color se divide en “colores cromáticos” y “colores acromáticos”, el primero es aquel que posee tono, y el segundo, aquel color que no posee tono como el blanco o el gris.

1.1 Propiedades /Atributos Psicofísicos del color

1.1.1 Luminosidad o Brillo: Se define a luminancia como el grado de claridad de un color, esta genera una escala cromática de valor que termina en blanco. Cada color tiene una luminosidad. *“Se refiere a la cantidad de luz proveniente de un objeto (el número de fotones de luz que alcanza el ojo), es nuestra interpretación subjetiva de la luminancia”.*

1.1.2 Tono: Se le conoce también por “tinte” o “matiz”. Según (Valerio, 2001), se refiere a la propiedad en los aspectos cualitativamente diferentes de la experiencia de color que tienen relación con diferencias de longitudes de onda o con mezclas de diferentes longitudes de onda. Es el estado puro del color, sin mezcla de blanco o negro.

Con esto podemos decir que el tono se refiere a la propiedad del color en su estado puro, en aquello que inclusive le da el nombre. Retomando lo citado anteriormente interpretamos que un tono es el resultado de la asociación de longitudes de onda, en donde dicho resultado estará más ligado a la longitud de onda dominante.

Otros autores señalan en distintas publicaciones y editoriales (Pedroza, 2002) cierta diferencia entre lo que es llamar matiz y tono, indican que matiz no es lo mismo que el tono, pero si mantienen una estrecha cercanía. Estos definen al matiz como el recorrido que hace un tono hacia uno u otro lado del círculo cromático, por lo que el verde amarillento y el verde azulado serán matices diferentes del verde, como ejemplo: los 3 colores primarios representan los 3 tonos primarios, y mezclando estos podemos obtener los demás matices o colores.

1.1.3 Saturación: Se refiere a la integridad o pureza del tono de una longitud de onda, por ejemplo al observar cierta luz monocromática de una sola longitud de onda se dice es un color saturado, mientras que al añadir otras longitudes de ondas se pierde este tono derivando a otros matices. *“El rosa es un color desaturado del rojo”* (Bocardi, 2015)

Un color con baja saturación se ira transformando en una tonalidad acromática, es decir una tonalidad grisácea o blanca. *“Un color es tanto o más puro o saturado cuanto menos blanco tenga.”* (Cabera, 2011)”

1.1.4 Colorido: Es el atributo de la sensación visual de acuerdo con el cual un campo parece exhibir más o menos color cromático. (Eskurra, 2003)

1.1.5 Claridad: Es el atributo de la sensación visual que nos permite clasificar a los colores acromáticos que van desde el blanco al negro en los cuerpos difusores, y desde el claro o incoloro al negro u oscuro en los transparentes.

1.1.6 Croma: Es el colorido de un campo juzgado en proporción a la luminosidad de un campo igualmente iluminado que se percibe como blanco o perfectamente transparente. (Eskurra, 2003)

Se admite que basta con tres atributos para denominar el color. Para tratar el color de una luz directa utilizamos los atributos de *luminosidad*, *tono* y *saturation* como por ejemplo, una luz emite una luz blanca, intensa, verde y pura.

En cambio para tratar del color de objetos opacos o transparentes utilizamos los atributos de *claridad*, *tono* y *croma*. (Romero, 1996)

La armonía más sencilla es aquella en la que se conjugan tonos de la misma gama o de una misma parte del círculo, aunque puede resultar un tanto carente de vivacidad. Según diversas teorías la sensación de armonía o concordancia suscitada por una composición gráfica tiene su origen exclusivamente en las relaciones y en las proporciones de sus componentes cromáticos. Sería el resultado de yuxtaponer colores equidistantes en el círculo cromático o colores afines entre sí, o de tonos de la misma gama representados en gradaciones constantes, o del fuerte contraste entre tonos complementarios, o de los contrastes más suavizados entre un color saturado y otro no saturado y también de las relaciones entre las superficies que se asignen a cada valor tonal de nuestra composición. (Benicarló, 2006)

1.2 Percepción del Color

El color es un atributo o sensación que percibimos de los objetos cuando hay luz, es decir cuando es capaz de crear un estímulo a nuestro cerebro.

“Esto significa que nuestros ojos reaccionan a la incidencia de la energía y no a la materia en sí”. (Ambrossio, 2004)

El ojo humano puede distinguir entre 10.000 colores. Se pueden además emplear tres dimensiones físicas del color para relacionar experiencias de percepción con propiedades materiales: saturación, brillantez y tono. (Benicarló, 2006)

Para poder describir mejor la percepción del color es necesario aclarar de forma previa las condiciones que nos haran poseer esta cualidad, las cuales hablamos de la visión fotópica y que es la visión cromática.

La visión fotópica por definición es aquella que se produce con niveles de iluminación diurnos, este tipo de visión es de quienes se encargan los conos, debido a la poca sensibilidad de excitación que tienen en cuanto al estímulo lumínico.

Como visión cromática entendemos a la capacidad para discriminar un estímulo luminoso en función de su longitud de onda donde se combinan varios procesos sensoriales y cognitivos.

“Las propiedades físicas conjuntas de la luz y el objeto, la reacción fisiológica del órgano visual a la luz y el contexto psicológico de la percepción del color crean la imagen de nuestro entorno” (Sakmar, 2004)

1.3 Elementos del proceso perceptivo.

- a) Todo proceso sensorial se continúa en nuestra mente, en la cual captamos por medio de nuestros sentidos.
- b) Grupo de sensaciones a las que añade un significado extraído de las experiencias previas.
- c) Variables a partir de la habilidad del organismo para discriminar entre estímulos.
- d) Ver-escuchar patrones significativos en la información sensorial.

1.3.1 Mecanismos de la percepción:

Evocación mediante nuestra memoria.

Rectificación mediante sensaciones que llegan a nuestra mente. (ORTIZ, 2008)

1.3 Neuro-fisiología del color

Las ondas forman, según su longitud de onda, distintos tipos de luz, aquellas que son visibles al ojo humano como la luz blanca y la invisible como infrarroja, ultravioleta.

“Las ondas visibles son aquellas cuya longitud de onda está comprendida entre los 380 y 770 nanómetros” (Ambrossio, 2004)

La percepción del color surge de los procesos de comparación de dos o más tipos de conos con distintos fotorpigmentos. La percepción de la luz blanca crea un estímulo en los distintos tipos de conos por lo cual se genera una respuesta unánime, sin embargo cuando el estímulo es una luz monocromática o limitada a una porción del espectro electromagnético, esta estimulará solamente a los fotorreceptores de pigmentación que correspondan.

“El estímulo dará mayor respuesta en aquel fotorreceptor que contenga el fotorpigmento de mayor absorción para esa longitud de onda”. (Cardinali, 1991)

El ojo alcanza la máxima sensibilidad de estimulación en los valores comprendidos entre los 507 y 555 nm. Su representación gráfica constituye la curva de eficacia luminosa relativa.

“El máximo de sensibilidad del ojo según el nivel luminoso es variable, dependiendo si está adaptado a la luz o a la oscuridad” (Benitez, 2002)

1.4 Codificación del color en la retina.

Para comprender la codificación cromática de la retina se puede decir que es una membrana tejida, compuesta por múltiples células fotorreceptoras encargadas del procesamiento de las señales. En esta existen dos tipos de fotorreceptores: conos (visión fotópica) y bastones (visión escotópica).

A diferencia de los bastones, que forman un solo tipo morfológico y funcional de fotorreceptor, existen tres tipos de conos, responsables de la visión en color. Los picos de sensibilidad de los tres tipos de conos se sitúan aproximadamente en 420 nm (azul- violeta), 530 nm (verde) y 560 nm (amarillo-verde). Por conveniencia, llamamos a los conos por las longitudes de ondas que perciben o se estimulan respectivamente, “azules”, “verdes” y “rojos”.

“La retina contiene aproximadamente la misma proporción de conos de rojo que de verde, pero un número mucho menor de conos azules”. (Enns, 2001)

Existen tres teorías básicas que nos explican todo este proceso de percepción del color, las cuales son: Teoría Tricromática, Teoría de los Procesos Oponentes y Teoría Retinex.

1.4.1 Teoría Tricromática.

Esta teoría fue propuesta por Thomas Young, en la cual dijo que el ojo humano es capaz de detectar colores diferentes debido a que posee 3 diferentes tipos de receptores, el nombre de teoría tricromática se debió a que cada uno de los receptores que Young propuso decía que correspondían a una específica tonalidad del color, pero que se podía ver cualquier otro color al mezclar estos tres en cantidades variables. (Mercedes Bueno García, Fátima López Tapia, Cristina Martínez Palomares, Paola Moreno Álvarez , 2006)

Esta teoría da salida a la interpretación de que nuestro ojo es capaz de percibir cualquier mezcla entre las longitudes de onda pertenecientes al espectro visible, sin embargo hay colores los cuales no pueden mezclarse entre sí como el rojo y el verde, algo para la cual esta teoría no da respuesta.

1.4.2 Teoría de los Procesos Oponentes.

Buscando respuesta al inconveniente citado anteriormente por la teoría tricromática, Ewald Hering dijo que las tonalidades pueden ser representadas en el sistema visual como colores oponentes.

Esto a partir que los colores primarios no pueden ser obtenidos por la mezcla de otros colores, mientras todos demás colores pueden ser obtenidos por la mezcla de estos tres colores primarios.

“Algunos colores parecen poder mezclarse, mientras que otros no, son opuestos entre sí, hechos que la teoría tricromática no puede explicar.”(Mercedes Bueno García et al, 2006)

“Dos colores son complementarios cuando están uno frente a otro en el círculo de matices” (Pedroza, 2002)

A nivel de las células ganglionares de la retina, el código de tres colores cambia a un sistema de oposición al color. Estas neuronas responden específicamente a pares de colores primarios, con el rojo oponiéndose al verde y el azul al amarillo de este modo la retina tiene dos tipos de células ganglionares sensibles al color: rojo-verde y amarillo-azul.

Esta teoría se basa en el sistema funcional de células ganglionares de centro-periferia, por ejemplo, tenemos una célula de centro verde y periferia rojo, esta se excitaría con el verde y se inhibiría con el rojo en el centro de su campo receptor, mientras que mostraría la respuesta opuesta en el aro periférico.

Existen otras células ganglionares que no responden diferencialmente a las diferentes longitudes de onda, limitándose a codificar luminosidades relativas en el centro y la periferia, estas células son detectoras de blanco y negro.

“Hering observó que ver un campo rojo genera una post-imagen verde y que ver un campo verde genera una post-imagen roja; ocurre un resultado similar con el azul y el amarillo.”

(Mercedes Bueno García et al , 2006)

1.4.3 Teoría Retinex,

Esta tercera teoría que fue formulada por Land, sostiene que el sistema visual compara registros de luminosidad de una escena obtenidos para las tres bandas de onda. Por tanto, el color es el producto de dos comparaciones, una entre las superficies para la luz de la misma banda, y otra entre los tres registros de luminosidad obtenidos para las bandas de ondas.

El color es el resultado entre comparaciones: cuando cambia la luminosidad cambian simultáneamente los tres registros, permaneciendo invariable el color. El cómputo final del color en términos relativos de longitud de onda se hace en un nivel avanzado, en V4.

“Land llegó a la conclusión de que el color de un fragmento no está sólo determinado por su longitud de onda, sino también por la composición de longitudes de onda de la luz reflejada en las superficies circundantes” (Mercedes Bueno García et al, 2006)

2. Alteraciones cromáticas:

Entendemos por daltonismo como una "acromatopsia parcial" (Leal, 2008) es decir una deficiencia o anomalía en la percepción de los colores o percepción cromática, así mismos podemos indicar que el origen de esta deficiencia puede ser congénito o bien puede ser adquirido.

Al hablar de deficiencias congénitas nos referimos a la anomalía hereditaria, que por cierto, es la más común de estas alteraciones.

"En el mundo occidental la DVC congénita se presenta en aproximadamente un ocho por ciento de los hombres y en un 0.4 por ciento de las mujeres. Esto equivale a unos 25 millones de hombres y a 1.2 millones de mujeres en los Estados Unidos. En el resto del mundo los porcentajes son algo menores, pero las cifras actuales siguen aún siendo significativas y especialmente conmovedoras sobre todo porque no muchas personas pueden tener plena conciencia de que sufren de dicha enfermedad" (Bailey James /Richmond Products, 2010)

La forma más común se debe a la vinculación con el cromosoma X, por lo cual esta crea que quienes sean más afectados sea el género masculino, ya que el varón posee solo un cromosoma X, la mujer para poder tener una deficiencia de visión cromática tendría que heredar ambos cromosomas x afectados, lo cual es menos probable.

"La deficiencia de visión adquirida puede ocurrir a cualquier edad a causa de enfermedades visuales o a lesiones en otros lugares de las rutas o procesos de los ojos. Debido a una mayor incidencia de la enfermedad ocular es más probable que por las edades de la población, o por defectos adquiridos" (BaileyJames /Richmond Products, 2010)

Los defectos adquiridos se producen principalmente de forma monocular, difiriendo así con respecto al daltonismo congénito.

Algunas de las principales causas de este daltonismo son:

- Patológicas: Diabetes, Cataratas, Retinitis pigmentosa, Degeneración macular, Glaucoma.
- Toxicidad: Antibióticos, Antidepresivos, Suplementos dietéticos, Solventes químicos.
- Neurológicas Retinopatía: Neuritis óptica, Neuropatía, Lesiones, Ganglio celular.
- Traumas Lesiones en la cabeza o en el ojo.

(BaileyJames /Richmond Products, 2010)

2.1 Tricrómatas:

Para explicar el concepto de tricrómata hablando de daltonismo es necesario diferenciar que no corresponde a la teoría de percepción de color por la cual toda persona con percepción cromática normal, es tricrómata.

Conocemos a tricrómatas como aquellas personas las cuales tienen anatómicamente los tres tipos de conos, sin embargo estos no poseen un adecuado funcionamiento, por lo que poseen una percepción cromática anormal es considerada como el tipo de daltonismo más común.

Esta condición tiene tres sub-categorías: protanómalos, deuteranómalos y tritanómalos que se refieren a los colores sensitivos rojo, verde y azul, respectivamente.

"Es lo que ocurre en la mayoría de las personas con defectos congénitos de la visión de los colores, siendo tricromáticos anómalos y empleando proporciones anómalas de los tres colores primarios para obtener un espectro"(Remei, 2015)

2.1.1 Deuteranomalía

Deuteranomalía es menos grave de las dos condiciones. Aunque los individuos con deuteranomalía probablemente no pueden percibir los rojos y verdes de la misma manera que lo puede ver la gente sin estos problemas, a menudo pueden distinguir entre las tonalidades de rojos y verdes con relativa precisión

Necesitan una mayor proporción de verde sobre rojo que los tricrómatas normales en la ecuación de Rayleigh. Este es el defecto más común en las deficiencias de visión del color. El máximo de sensibilidad de la longitud de onda media se encuentra desplazado

2.1.2 Protanomalía

Es una condición en la cual el individuo afectado necesita una mayor proporción de tonos rojo-verde para la obtención del amarillo, lo cual hay una percepción del amarillo anómala, esto en consecuencia de un desplazamiento de la posición normal en la sensibilidad de los mecanismos de los receptores.

2.1.3 Tritanomalía

En esta condición se ve alterada la sensibilidad de los receptores azules, cuya causa es similar a la de las alteraciones mencionadas anteriormente.

“Es una condición rara, se altera la sensibilidad de los receptores azules”. (Baraas, 2010)

2.2 Dicromatas

Poseen solamente dos tipos de fotorreceptores, es decir que tienen ausencia de un cono, a lo cual tendría solo la interrelación entre dos tipos de longitudes onda y vería únicamente los matices productos de esta interrelación.

“Es la afección en la cual el observador es capaz de igualar todos los colores, con una mezcla de sólo dos de ellos. Es decir, estos individuos sufrirán el deterioro total de uno de los conos.” (Gonzalez F. E., 2002)

Según (Chaves Fernandes, 2008) existen tres tipos de dicromatismo:

2.2.1 Deuteranope

Deuteranopía y deuteranomalía son las formas más comunes de daltonismo. Las personas con estas condiciones tienen conos que son sensibles a longitudes de onda media (verde), pero el resultado final es similar a la protanopía, con la excepción de que los rojos no se ven tan oscuro.

Las personas con deuteranopía (alteración del segundo color) también confunden rojo y verde y tienen también una agudeza visual normal.

2.2.2 Protanope

Los conos en las personas con protanopía no son sensibles a longitudes de onda largas (las del color rojo). Los rojos parecen más “beiges” y parecen ser un poco más oscuros de lo que realmente son. Los verdes tienden a parecerse a los rojos.

Protanomalía es más suave que protanopía, pero el resultado final es similar. Aunque muchas personas con protanomalía pueden distinguir algunos rojos y verdes, aunque no lo puede hacer tan fácil como una persona con visión normal, y, como con protanopía, los rojos tienden también a más oscuros.

“Las personas con protanopía (alteración del primer color) confunden rojo y verde. Ven el mundo en sombras de amarillo y azul; ambos colores, rojo y verde, los perciben como amarillentos.” (Mercedes Bueno García et al, 2006)

2.2.3 Tritanope

Tritanopía es mucho menos común que las otras categorías mencionadas anteriormente. Tritanopía es la insensibilidad a las longitudes de onda cortas (los azules). En general, los azules y verdes se pueden confundir, pero los amarillos también se ven afectados en cuanto a que puede parecer que desaparecen o aparecen como ligeros tonos de rojo.

“Los individuos con tritanopía (alteración del tercer color) tienen dificultades con las tonalidades correspondientes a las longitudes de onda corta y ven el mundo en rojos y verdes.” (Mercedes Bueno García et al, 2006)

2.3 Monocromatismo

En esta deficiencia la persona solo posee bastones, lo cual lo vuelve “ciego” a los colores, este síndrome suele ser hereditario.

“Carecen de conos funcionales, por lo que su visión tiene las características de la visión por bastones, tanto con iluminación débil como con iluminación intensa. Tiene muy poca agudeza visual” (Gonzalez D. J., 2009)

“Toda la percepción cromática se reduce a la visión de un sólo color. Únicamente les es posible una discriminación cromática de claro-oscuro” (Martín-Buitrago, Junio, 2004)

2.3.1 Monocromatismo típico (o de bastón)

Es lo contrario al monocromatismo mencionado anteriormente ya que en este la carencia es en funcionamiento de los bastones y no de los conos. Su agudeza visual es mala y tiene una aversión a la luz brillante.

“Se conoce como la situación típica de monocromatismo, presenta como signo característico una disminución de la agudeza visual hasta los valores de 20/200, fotofobia, nistagmus pendular que suele desaparecer en la adolescencia, y escotoma central” (Martin Garcia, 2002)

Estudios anatómicos han demostrado que los monocrómatas de bastones tienen ambos fotorreceptores, conos y bastones, pero los bastones se presentan en menor cantidad y de forma diferente a los bastones de personas con visión cromática normal.

2.3.2 Monocromatismo de cono,

Es extremadamente raro y en la mayoría de los casos tiene únicamente conos sensibles al azul. En la mayoría de los casos la agudeza visual es normal o ligeramente reducida (McIntyre, 2001)

2.4 Acromatopsia

Este grupo constituye una minoría muy pequeña debido a la condición extraña de este pero extrema del daltonismo.

Los conos de los ojos no son funcionales, por lo que los bastones (receptores que sólo pueden diferenciar entre claro y oscuro) son la única fuente de información visual. Las personas con acromatía no pueden ver ningún color. El suyo es un mundo de color negro, blanco y tonos de gris. A menudo tienen mala agudeza visual y tiene una aversión a la luz brillante.

“Este es el único grupo para el que el "daltonismo" es una etiqueta que se ajusta, ya que todos los demás grupos tienen la capacidad de ver un poco de color”. (Santojuanes, 2010).

2.5 farmacos que alteran la percepcion del color.

Existen medicamentos que pueden generar anomalías en la percepción cromática, ya sea en la detección del amarillo, azul, o rojo-verde.

Medicamentos que inducen una percepción anormal del color azul está el Sildanefil Citrato, que es mejor conocido como viagra, este genera una cianopsia (teñido azul de la visión) a la una o dos horas de su ingesta como efecto secundario, estos efectos difieren según la dosis ingerida.

Los glucósidos cardiacos son fármacos de uso bastante común en el tarto de la insuficiencia cardiaca congestiva y el ritmo cardiaco anormal, este causa xantopsia, que es una percepción poco más amarillenta.

Dentro de los que causan mala percepción en el rojo-verde están medicamentos como la Amiodarona y Etambutol, que sirven para la regulación del ritmo cardiaco y la tuberculosis respectivamente, así mismo Hidroxicloroquina puede genera estos problemas cuando se usa por un periodo de cinco años o mas

3. Farnsworth-Munsell Hue 100, Manual

“Farnsworth describe la prueba FM 100 tonalidad primera vez en 1949 y desde entonces se utiliza ampliamente en todo el mundo. La puntuación global de error se refiere más o menos a la gravedad de su deficiencia de la visión del color. Sobre la base de la puntuación de error Vingrys y King-Smith desarrollaron en 1988 una posibilidad para calcular los llamados principales eje confusión, que pueden ser utilizados para detectar el tipo deficiencia visual del color.”(Smith, Albert Friedrich., 2015)

Conocida como la prueba con más acierto en la detección de problemas de percepción cromática, se le caracteriza como rápidamente realizable diseñada para distinguir entre las personas que tienen una visión normal del color y las que padecen anomalías.

“El test está conformado por fichas de color que corresponden a un circulo completo de tono en el atlas Munsell de manera que todas ellas tienen aproximadamente la misma luminosidad y presentan el mismo nivel de croma (cantidad de color del estímulo comparado con un blanco iluminado igual)”(Luque, 2001.)

3.1 Tecnología empleada

La prueba consta de cuatro juegos de fichas de color removibles con un total de 85 fichas de referencia de color (con incrementos de matiz) a lo largo del espectro visible.

Anomalías y aptitudes en la visión de color son detectadas mediante la habilidad del individuo al colocar las fichas en el orden de matices que observa correcto.

3.2 Procedimiento.

Antes de comenzar se le debe explicar al paciente muy detalladamente y de forma clara como debe de realizar el test. No se recomienda realizar el test en niños menores de 9 años y si se sospecha de una alteración adquirida se debe realizar monocularmente o bien se hace recomendación de uso de un test mejor en la detección de anomalías congénitas como el de Ishihara.

Las fichas se colocan sobre una superficie plana, preferiblemente una de las tapas de guarda los estuches, en este estuche establecemos una ficha fija a cada extremo como parámetros, el resto de ficha deberán de ser desorganizadas al azar. El test debe de realizarse a 50 cm con iluminación ambiente, aproximadamente dura 2 min una persona normal en ordenar cada fila, pero si el paciente lo requiere se le deberá dar más tiempo para realizar el test apuntándolo.

Una vez colocadas las fichas en el estuche se le da la vuelta para ver su orden según la numeración de cada uno de los discos. Luego es anotada en la hoja de resultados la forma en que el paciente ordeno las fichas según su criterio.

Estos resultados se llevan a un diagrama de forma que se conectan los números en el orden en que el paciente los ha colocado.

“Se obtiene así, líneas paralelas al eje neutral (conecta los colores neutros y por tanto, los colores que confunde)” (Fez F. , 2011)

3.3 Puntuación

Las fichas van numeradas por la parte inferior y la secuencia de ordenación se representa en un diagrama radial, de manera que la confusión entre colores define un eje de ordenación en una dirección determinada que indica el tipo de deficiencia. La amplitud de los picos muestra el grado de severidad pero no distingue anómalos de defectivos. (Fez F. , 2011)

Existen tres procedimientos aceptados para puntuar los resultados de un paciente. El más antiguo fue propuesto por Farnsworth (D, 1957) y en él se basan los dos siguientes, elaborados por Kinneer (PR., 1970) y Dain&Birch (Birch, 1987)

Por construcción, la distancia perceptual entre dos fichas consecutivas del test es constante, e igual a la mínima diferencia perceptible (mdp) por un observador. La distancia entre las piezas

N y N+1 sería de 1 mdp, entre N+1 y N+2 también de 1 mdp, en general entre N1 y N2 tendríamos una distancia perceptual de N1-N2 mdps.

Con el procedimiento diseñado por Farnsworth para una ficha determinada calculamos la suma de las distancias perceptuales entre esa ficha y la que le precede y le sigue en la ordenación hecha por el paciente.

3.4 Error total

Se define como la suma de las puntuaciones de cada ficha. Este parámetro debe interpretarse con cuidado No es lo mismo una puntuación de 150 con errores generalizados, que la misma puntuación debida a errores concentrados en una región particular. En cuanto al centro de gravedad o eje de una región de pérdida de discriminación se define como aquella ficha que divide dicha región en dos zonas en las que la suma de los errores es aproximadamente igual (Fez M. L., 2011)

3.4.1 Inconvenientes.

Si las condiciones de iluminación no son las óptimas (luz diurna) los resultados del test no serán confiables debido a las condiciones del croma además que esto afectaría la tonalidad de los discos. Si el equipo al que se le realizará la prueba ya la conoce pueda que mejoren sus resultados en cierto grado. Con el pasar del tiempo los discos se van deteriorando perdiendo así su funcionalidad.

3.5 Condiciones ambientales que debe cumplirse para realizarlo

La prueba debe realizarse bajo condiciones de iluminación de luz del día.

3.6 Fiabilidad

La fiabilidad de los resultados obtenidos con el test FM-100 Hue depende de su correcta administración y puntuación. En cuanto a la administración, el requisito más fuerte es el de la iluminación: debe ser lo más parecida posible a un iluminante D65. En caso de necesidad puede utilizarse luz de día indirecta pero hay que evitar, en general, las lámparas fluorescentes. (MJ, 2010)

3.7 Validez

Los observadores con visión normal del color pueden tener algunos errores en las cuatro cajas, debido entre otras causas, a la edad del observador, el tiempo de la prueba y las condiciones de iluminación. Estos errores no suelen ser relevantes siempre que no superen un número significativo. La cantidad de errores debe ser estudiada por el administrador ya que debe ser éste quien evalúe un posible defecto cromático. (Farnsworth D. , 1957)

4. Farnsworth-Munsell Hue 100 computarizado.

Según Smith, Albert Friedrich. (2015), dentro de los test más habilitados “Éste es el más famoso para evaluación de la visión del color desde su creación en el año 2002”. Pertenece al grupo de la discriminación de matices/tonos “arrangement test” (pruebas de posicionamientos).

El objetivo de este test es ordenar los colores mostrados en el orden correcto, cualquier mala colocación puede indicar una deficiencia en la visión del color.

4.1 Tecnología empleada

- Monitor preferente de 18 pulgadas
- Computadora con acceso a internet.

4.2 Procedimiento

Aunque el test es llamado FMH 100, consiste en 88 discos pequeños, organizados en cuatro filas de 22, en cada fila hay 2 discos ya ubicados en el momento de iniciar el test, uno al principio(a la izquierda) y otro al final (a la derecha) esto con el fin de que sean los dos discos guías para saber en qué orden ir ubicándolos, estando el resto de los discos desordenados; se hace la ubicación paso por paso, desde el segundo disco haciéndolo coincidir con el primero y gradualmente cambiando la tonalidad hasta lograr llegar de uno a uno al color del último disco. No se permite pasar discos de una fila a otra, solo irlos moviendo con el mouse a los lados dentro de la misma fila; ni mover la primera o la última ficha.

La diferencia entre cada disco es sutil, aun así una persona con una buena percepción visual para el color debe ser capaz de ordenarlas de manera correcta, permitiéndose unos pequeños errores en cada fila, debidamente medidos.

4.3 Inconvenientes

Si el equipo al que se le realizará la prueba ya la conoce pueda que mejoren sus resultados en cierto grado.

4.4 Condiciones ambientales que debe cumplirse para realizarlo

Las condiciones para la realización de este test varían con respecto al test manual, ya que este debe de realizarse en condiciones de luz blanca ambientada, es decir la que se ocupa normalmente en interiores. Cerciorándose que el equipo a utilizar (monitor) se encuentre en las óptimas condiciones nos dará un dato más acertado de la percepción cromática del paciente.

“Condiciones de luz ambiental y la configuración del monitor del ordenador pueden alterar los resultados”. (Cranwell, Pearce, Loveridge, & C., 2015)

4.5 Métodos de interpretación.

4.5.1 Método Fansworth para el FMH-100

El cálculo de los errores totales se realiza mediante la suma de los errores generados en la disposición de las fichas por el paciente. Si hay menos de 100 errores, la visión cromática es correcta, entre 100 y 200 errores, defectuosa, y más de 200 errores apuntan a una afectación severa. En los primeros ordenadores de las consultas de finales de los 80 y principios de los 90 ya podía aplicarse este método, aunque fue la empresa Richmond Products la que comercializó posteriormente una aplicación sobre MS Excel que permite obtener el diagrama polar clásico. Se han desarrollado variantes que incluyen correcciones del resultado final en función de la edad, teniendo en cuenta los estudios de Kinnear en este sentido (Gonzalez M. , 2007)

4.5.2 Método Kinnear

Este método tiene como base el recuento de errores clásico de Farnsworth, y hace un cálculo de la raíz cuadrada del error de cada una de las cajas (Gonzalez M. , 2007)

4.5.3 Método de Smith y Pokorny

Los autores crearon este método porque el original de Farnsworth determinaba un error total de la prueba, pero no definía con precisión cuál era el eje del defecto, que la mayor parte de las veces se decidía de forma poco objetiva por el aspecto del diagrama circular. Este método se conoce con el nombre de «análisis de cuadrantes», pues divide las fichas en dos grupos: uno para aquellas donde se cometen los errores de confusión «rojo-verde» (protán y deuterán) y otro donde se cometen los errores «azul-amarillo» (tritán). Cada grupo está integrado por dos cuadrantes opuestos por el vértice en el diagrama circular.

“La diferencia entre los errores cometidos en ambos grupos de fichas determina cuál es el predominante, y en función de ello se decide cuál es la discromatopsia del sujeto analizado”
(Gonzalez M. , 2007)

4.5.4 Método de Vingrys y King-Smith

Conocido también como el método del «momento de inercia», la originalidad del mismo radica en un análisis mucho más exhaustivo que el de los métodos previos, pues cuantifica el defecto con unos índices mucho más descriptivos y determina la polaridad de los errores con una precisión indiscutible. Para cada test realizado, los autores determinan un vector resultante a partir del diagrama CIE, que permite definir un eje de confusión (gracias a él podemos decir si el defecto es protán, deuterán, tritán o indefinido –este último propio de patologías adquiridas–), un índice de selectividad (medida del grado de azar de los resultados) y un índice de confusión (medida de la severidad del defecto) (Gonzalez M. , 2007)

4.5.5 Otros métodos

Muchos otros autores han diseñado sus propios métodos de cuantificación de los test clásicos. Knoublach, con su estudio de la bipolaridad del FM-100, y Kitahara, con un sistema de cálculo similar, son algunos de ellos. La complejidad de los cálculos que se realizan en los anteriores métodos de análisis de los test de colores ha hecho imprescindible el empleo de ordenadores para tal fin. (Gonzalez M. , 2007)

4.6 Procesos para evaluar la calidad el test en ordenador

4.6.1 Calibración del monitor

Hemos llegado en la actualidad a herramientas informáticas de gestión del color que realizan un calibrado exacto de los colores mostrados en pantalla. También existe un hardware específico para el mismo fin, constituido por calibradores que se conectan al ordenador y van probando los distintos tonos para que sean percibidos de la forma elegida. Además, los actuales monitores TFT han superado notablemente a las pantallas de rayos catódicos o CRTs, paralelamente a una mejora progresiva en las tarjetas gráficas de nuestros equipos (Gonzalez M. , 2007)

Debido a todo lo anterior simular con fidelidad un test de colores clásico y que sea aceptado depende del proceso de validación.

4.6.2 Validación del test

4.6.2.1 Fiabilidad

Representa la capacidad de medir lo mismo en dos situaciones distintas o, lo que es lo mismo, la repetitividad de la prueba. Para definirla, el test al que se somete el grupo de sujetos elegido debe ser realizado en dos ocasiones separadas en el tiempo, para valorar después si los resultados coinciden y en qué medida (se asignará un valor que será ya propio de este test). (Gonzalez M. , 2007)

4.6.2.2 Validez

Se consigue mediante la comparación con un test universalmente aceptado, siendo el preferido el anomaloscopio, que es el gold standard de los test de colores, aunque puede utilizarse también el test clásico correspondiente. (Gonzalez M. , 2007)

4.6.2.3 Asignación de coeficiente.

A través de algunos cálculos más complejos, se le otorga al test estudiado un coeficiente k (de Cohen), que varía de 0 a 1, y que es una medida del grado de acuerdo entre las dos pruebas, ya sean las dos veces que se aplicó el test estudiado (fiabilidad) o el test estudiado y el de control (validez). Valores próximos a 1 certifican una calidad excelente del test en proceso de validación (Gonzalez M. , 2007)

8. DISEÑO METODOLÓGICO.

ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

TIPO DE ESTUDIO

Esta investigación comprende un estudio de tipo observacional cuantitativo descriptivo de corte transversal.

UNIVERSO

El universo está comprendido por todos los estudiantes de áreas básicas de la Facultad de Ciencias Médicas.

MUESTRA

La muestra fue elegida por conveniencia y está constituida por 112 estudiantes de diferentes años de la Facultad de los cuales 7 están excluidos y 105 cumplieron con los criterios de inclusión

MÉTODO

Los test empleados fueron Farnsworth Munsell 100 Hue manual, creado por Dean Farnsworth en 1940, y Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado desarrollado por la empresa Richmond Products.

A cada estudiante se le aplicaron ambas pruebas; primero la prueba manual y luego la computarizada. Todas las pruebas se llevaron a cabo durante el día, la manual se realizó con iluminación ambiente lo que era variable según el clima de ese día (soleado, nublado), se colocaron a los estudiantes en la comodidad de una silla, los colores de cada disco se pusieron en un fondo negro en la paleta del mismo asiento del participante o en una mesa frente a él, esto con el fin de hacer mayor el contraste y cumpliendo con uno de los requerimientos del test (fondo negro o blanco), habiendo ordenado cada disco, monitoreando el tiempo para cada uno de los cuatro.

El examinador anotaba en una hoja cuadriculada el orden en que cada participante colocó cada color en cada disco y el tiempo en que hizo cada uno; estas pruebas luego se transcribieron en la misma hoja en Excel y ésta automáticamente arrojaba los resultados calculando así la cantidad de errores cometidos por cada estudiante, realizando el gráfico del grado de afectación, y ubicándolo en la clasificación con la que se categorizó dicho error (deután, protán, tritán o ninguno).

Después de que realizaron la prueba manual, se procedía a llevar a los sujetos a la sala de computación completamente iluminada artificialmente donde realizarían la prueba computarizada, en un monitor de iluminación de LED Energy star HP® modelo V193 de 18,5 pulgadas con resolución 1024 x 768, a 40 cm de distancia entre los ojos del paciente y la pantalla del monitor regulado con un brillo al 75% y contraste de 75%.

Luego de explicarles el procedimiento se tomaba el tiempo en el que comenzaban la prueba y procedían a realizarla, cabe destacar que en cada ordenador se había descargado el test FM100H por lo que estaba disponible de manera offline, habiendo realizado las pruebas debidas para comprobar que la versión offline arroja los mismos resultados y tiene la misma funcionalidad que la versión online.

Cuando terminaban la prueba se observaba el resultado que automáticamente la prueba computarizada arroja, haciendo un conteo de los errores cometidos y realizando el diagrama ubicándolo en un grado de afectación, siendo estos: Normal (de 0 a 59 errores), leve (de 60 a 119 errores), Moderado (de 120 a 199 errores) y Severo (de 200 a más errores), y dando una descripción breve categorizándolo en (Ninguno, deután, protán, tritán, indefinido). Resultados a los cuales se les hizo captura de pantalla y fueron guardados de manera individualizada el de cada paciente.

Estos dos resultados obtenidos se compararon según, la cantidad de errores cometidos, el tiempo que les tomó realizar ambas, el tiempo que requirió analizar cada resultado y la categorización que cada test hizo ; con los cuales realizamos algunos cálculos obteniendo así, los porcentajes de cada uno, el promedio, el coeficiente de correlación de Pearson; para esto utilizamos la herramienta Excell y el programa estadístico SPSS.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.

INCLUSIÓN

- Estudiante de la Facultad de Ciencias Médicas de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Edad comprendida entre los 16 a 25 años.
- Emétrope o con error refractivo corregido.

EXCLUSIÓN

- Pacientes que estén consumiendo fármacos que alteren el estado normal de la visión.
- Pacientes con patología ocular presente que alteren los resultados de la prueba durante la investigación.
- Pacientes de baja visión

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

Objetivo de la investigación	Variable principal	Concepto	Indicador	Escala
<p>Describir la efectividad del test Farnsworth-Munsell 100 Hue computarizado en comparación con el test Farnsworth-Munsell 100 Hue manual en estudiantes en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, 2015.</p>	<p>Efectividad</p>	<p>Es la capacidad o habilidad que puede demostrar una persona, un animal, una máquina, un dispositivo o cualquier elemento para obtener un determinado efecto, objetivo, deseado o esperado como resultado de una acción.</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>De 0% a 100%</p>

Objetivos específicos	Variable	Concepto	Indicador	Escala
<p>Valorar la percepción cromática de los estudiantes en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN Managua.</p>	<p>Percepción cromática</p>	<p>Habilidad visual para discriminación de colores.</p>	<p>Puntaje obtenido en el test de Farnsworth</p>	<p>Muy buena Buena Regular Mala</p>
<p>Identificar la prevalencia de alteraciones en la visión de color en la población a estudiar</p>	<p>Prevalencia de alteración cromática</p>	<p>Número total de los individuos que presentan un atributo o alteración en la visión de color en un momento o durante un periodo</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>0-100</p>

Objetivos específicos	Variable	Concepto	Indicador	Escala
<p>Medir la cantidad de tiempo que se requiere para realizar el test de Farnsworth-Munsell 100 Hue computarizado y el test de Farnsworth-Munsell 100 Hue manual</p>	<p>Tiempo</p>	<p>Período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento</p>	<p>Tiempo en Minutos</p>	<p>De 5 min – 15 min</p>
<p>Comparar los resultados de las anomalías cromáticas obtenidas por el test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado y versión manual.</p>	<p>Sensibilidad</p>	<p>La probabilidad de obtener un test positivo en un individuo portador de una enfermedad</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>Numérica</p>
	<p>Especificidad</p>	<p>La probabilidad de obtener un test negativo en una persona que no es portadora de la enfermedad</p>		

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para esta investigación se reunió a los participantes a quienes se les tomó agudeza visual en visión cercana, la prueba del test Farnsworth Munsell 100Hue Manual, tomando el tiempo en el que la realizó y anotando en la hoja de los resultados los datos obtenidos por cada estudiante; luego se procedió a la realización del Test Farnsworth Munsell 100Hue Computarizado.

Se hizo uso de un cuestionario, en los que se les realizó las preguntas específicas que nos ayudaron a corroborar los criterios antes expuestos. Cada estudiante debió firmar un consentimiento informado previo a la realización de los exámenes, con el objetivo de obtener evidencia de que los jóvenes participaron de manera voluntaria y bajo ningún tipo de coerción.

Para esto se utilizó:

- Hojas de consentimientos informados y cuestionarios.
- Hojas de anotaciones de resultados FMH 100 Manual.
- Cartilla de visión próxima. Para la toma de agudezas visuales.
- 2 test Farnsworth Munsell 100 Hue Manuales. Percepción cromática.
- Caja de prueba. Si necesitamos corregir la ametropía a algún participante.
- 20 computadoras. Percepción cromática computarizada.
- 2 Gafas de prueba. Si necesitamos corregir la ametropía a algún participante.

9. RESULTADOS

9.1 Muestra estudiada

La muestra total estudiada fue comprendida por 105 personas de los cuales 54 comprendieron al género masculino (51.4%) y 51 personas al género femenino (48.6%) (Tabla 1), del total de los participantes se realizó una clasificación según edades en tres rangos sin distinción de género; Rango 1 (16-19 años) total de personas 43 correspondiendo al 41% de la muestra, Rango 2 (20-22 años) total de personas 46 correspondiendo al 43.8% de la muestra y Rango 3 (23-25 años) con un total de 16 personas correspondiendo al 15.2% del total de la muestra. (Tabla 2). Además de la edad y género se realizó una clasificación basada en la procedencia según las Regiones de nuestro país (Pacífico, Central y Caribe) donde se obtuvo que de la Región del Pacífico proceden 79 personas (75%), de la Región Central proceden 20 personas (19%) y de la Región del Caribe proceden 6 personas (6%) (Tabla 3)

9.2 Resultados del test de Farnsworth Munsell 100 Hue manual, según genero

Categorización de anomalías cromáticas: 0-59 errores: Nada, 60-119 errores: Leve, 120-199 errores: Moderado y 200- 600 errores: Severo.

De la muestra general 54 personas corresponden al género masculino, de los cuales 31 (58.5%) están en la categoría de Nada, 17 personas (30.2%) en la categoría de Leve, 4 personas (7.5%) en la categoría de Moderado y 2 (3.8%) en la categoría de Severo. De la muestra general 51 personas corresponden al género femenino de las cuales 27 (52.9%) están en la categoría de Nada, 16 personas (31.4%) en la categoría de Leve, 7 personas (13.7%) en la categoría de Moderado y 1 (2%) en la categoría de Severo. (Tabla 4)

9.3 Resultados del test de Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado, según género

De la muestra general 54 personas corresponden al género masculino, de los cuales 21 (39.6%) están en la categoría de Nada, 22 personas (40.74%) en la categoría de Leve, 8 personas (15.1%) en la categoría de Moderado y 3 (5.7%) en la categoría de Severo. De la muestra general 51 personas corresponden al género femenino de las cuales 19 (37.3%) están en la categoría de Nada, 18 personas (35.3%) en la categoría de Leve, 12 personas (23.5%) en la categoría de Moderado y 2 (3.9%) en la categoría de Severo. (Tabla 5)

9.4 Resultados del test de Farnsworth Munsell 100 Hue manual, según edad

De la muestra general se realizaron 3 rangos de edades: Rango 1 (16-19 años), Rango 2 (20-22 años) Rango 3 (23-25 años). En el Rango 1 con un total de 43 personas, se obtuvo que 27 (62.8%) están en la categoría de Nada, 9 personas (20.9%) en la categoría de Leve, 5 personas (4%) en la categoría de Moderado y 2 (1%) en la categoría de Severo. En el Rango 2 con un total de 46 personas, se obtuvo que 25 (54.3%) están en la categoría de Nada, 16 personas (34.8%) en la categoría de Leve, 4 personas (8.7%) en la categoría de Moderado y 1 (2.2%) en la categoría de Severo. En el Rango 3 con un total de 16 personas, se obtuvo que 6 (37.5%) están en la categoría de Nada, 8 personas (50%) en la categoría de Leve, 2 personas (12.5%) en la categoría de Moderado y ninguno en la categoría de Severo.

De la muestra total incluyendo los 3 Rangos de edades, se obtuvo que 58 personas (55.2%) están en la categoría de Nada, 33 personas (31.4%) en la categoría de Leve, 11 personas (10.5%) en la categoría de Moderado y 3 (2.9%) en la categoría de Severo. (Tabla 6)

9.4 Resultados del test de Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado, según edad

De la muestra general se realizaron 3 rangos de edades: Rango 1 (16-19 años), Rango 2 (20-22 años) Rango 3 (23-25 años). En el Rango 1 con un total de 43 personas, se obtuvo que 14 (32.6%) están en la categoría de Nada, 18 personas (41.9%) en la categoría de Leve, 10 personas (23.3%) en la categoría de Moderado y 1 (2.3%) en la categoría de Severo. En el Rango 2 con un total de 46 personas, se obtuvo que 20 (43.5%) están en la categoría de Nada, 17 personas (37%) en la categoría de Leve, 5 personas (10.9%) en la categoría de Moderado y 4 (8.7%) en la categoría de Severo.

En el Rango 3 con un total de 16 personas, se obtuvo que 6 (37.5%) están en la categoría de Nada, 5 personas (31.3%) en la categoría de Leve, 3 personas (31.3%) en la categoría de Moderado y ninguno en la categoría de Severo.

De la muestra total incluyendo los 3 Rangos de edades, se obtuvo que 40 personas (38.1%) están en la categoría de Nada, 40 personas (38.1%) en la categoría de Leve, 20 personas (19%) en la categoría de Moderado y 5 (4.8%) en la categoría de Severo. (Tabla 7)

9.5 Promedio del tiempo Test de Farnsworth Munsell 100 Hue Manual.

El promedio del tiempo obtenido por grupos de anomalías cromáticas fue el siguiente: 7.36 min en la categoría de Nada, siendo el tiempo mínimo 4:09min y 16:51min el tiempo máximo. 9.21 min en la categoría de Leve, siendo el tiempo mínimo 2:06min y 15:21 el tiempo máximo. 6.02 min en la categoría de Moderado, siendo el tiempo mínimo 3:23min y 9:05min el tiempo máximo y 8.10 min en la categoría de Severo siendo el tiempo mínimo 5:52min y 11:41min el tiempo máximo. (Tabla 8)

9.6 Promedio del tiempo Test de Farnsworth Munsell 100 Hue Computarizado

El promedio del tiempo obtenido por grupos de anomalías cromáticas fue el siguiente: 8.33 min en la categoría de Nada, siendo el tiempo mínimo 2:56min y 12:57min el tiempo máximo. 7.00 min en la categoría de Leve, siendo el tiempo mínimo 4:26min y 13:27min el tiempo máximo. 7.14 min en la categoría de Moderado, siendo el tiempo mínimo 4:08min y 11:06min el tiempo máximo y 5.27min en la categoría de Severo siendo el tiempo mínimo 3:08min y 7:20min el tiempo máximo. (Tabla 8)

9.7. Agudeza Visual.

Se tomó agudeza visual en visión próxima a todos los pacientes, los resultados obtenidos fueron los siguientes: 5 personas (4.76%) con AV 20/10, 23 personas (21.91%) con AV 20/16, 69 personas (65.71%) con AV 20/20, 6 personas (5.71%) con AV 20/25 y 2 (1.91%) con AV 20/32 (Tabla 9)

9.8 Lensometría

Del total de la muestra en estudio 70 personas (66.77%) eran emétopes, no utilizaban corrección, y 35 personas (33%) utilizaban corrección. Al realizar la Lensometría se obtuvieron los siguientes resultados: 3 personas (8.57%) eran Hipermétropes, 10 personas (28.57) eran Miopes y 22 personas (62.68%) tenían Astigmatismo, de los cuales 12 (54.55%) presentaban un Astigmatismo simple, 3 personas (13.64%) presentaban Astigmatismo Hipermetrópico y 10 (28.57%) Astigmatismo Miópico (Tabla 10)

9.9 Preferencia del test por cada sujeto.

Luego de realizar ambas pruebas, se les pregunto a los participantes cuál de las dos pruebas volvería a realizar, y se obtuvieron los siguientes resultados, 76 participantes (72.38%) escogieron el método manual y 29 (27.62%) escogieron el método computarizado (Tabla 11)

9.10 Sensibilidad y especificidad de la prueba

Para validar el test de percepción cromática FMH 100 Computarizado necesitábamos saber cuál era su sensibilidad y especificidad para de esta manera determinar la importancia estadísticamente comprobable de dicho test.

Con todos los datos que recolectamos calculamos la sensibilidad y la especificidad del test computarizado en base al resultado que obtuvimos del test manual considerándolo nuestro punto o valor de referencia.

	Con Problemas de Percepción Cromática	Sin problemas
Manual	47	58
Computarizado	62	43

Para la sensibilidad:

Resultado Manual: 47 (VERDADEROS POSITIVOS).

Resultado computarizados: 62. 62-47= 15 (FALSOS POSITIVOS)

$$\frac{VP}{VP + FN} = \frac{47}{47 + 15} = \frac{47}{62} = 0.756 \approx 76\%$$

Para especificidad:

Resultado Manual: 58 (VERDADEROS NEGATIVOS)

Resultado Computarizado: 43. 43-58: 15 (FALSOS NEGATIVOS)

$$\frac{VN}{VN+FP} = \frac{58}{58+15} = \frac{47}{73} = 0.80 \approx 80\%.$$

La sensibilidad, en este caso, nos indica la capacidad de de test computarizado para dar como casos sanos los casos realmente con anomalías en la percepción de color. Es decir, la sensibilidad caracteriza la capacidad de la prueba para detectar la enfermedad en sujetos enfermos.

Para nuestra investigación esto significa que de cada 100 pacientes que realmente tienen una anomalía de la percepción de color, el test computarizado determinara esta anomalía en 76 pacientes.

La especificidad, por otra parte, nos revela la capacidad del test computarizado para dar como pacientes con anomalías los que son realmente sanos. Es decir, la especificidad caracteriza la capacidad de la prueba para detectar la ausencia de la enfermedad en sujetos sanos.

Para nuestra investigación esto significa que de cada 100 pacientes que realmente son sanos, el test computarizado equivocadamente va a determinar las anomalías en 20 pacientes.

Para determinarlo como bueno, debe de tener como mínimo una sensibilidad y especificidad de 80%, sabiendo que son diagnósticos médicos, no de mortalidad, pero requieren un alto grado de confiabilidad.

10. DISCUSIÓN

El test de Farnsworth Munsell 100 Hue en su versión manual es considerado como el estándar de oro para la detección de anomalías en la visión de color. En las ópticas del país no se realiza esta prueba debido a su alto precio económico y vida media limitada, así mismo como la falta de consideración y de importancia en la realización de estas pruebas cuales deben formar parte de todo examen optométrico integral.

En estudios realizados anteriormente se consideró un programa por ordenador como un método rápido para detectar anomalías cromáticas, dato similar a nuestro estudio, ya que la prueba por computador fue realizada de manera más rápida por los participantes. Considerando como ventajas estas características se implementaron más pruebas computarizadas, las cuales según el creador eran gratuitas o con algún costo; al igual que de forma Online u Offline.

Genéticamente se considera que el hombre (sexo) tiene más problemas en la percepción cromática, ya que es una anomalía ligada al cromosoma X, dato que no se cumplió con los resultados obtenidos según el género de la muestra en estudio donde el 41.5% de los hombres posee al menos en un grado leve una deficiencia de percepción al color, sin embargo el 47.1% del total de las mujeres posee una alteración cromática, siendo el número de mujeres un tanto menor al de varones estudiados.

Según la procedencia la mayoría de los sujetos que participaron en el estudio procede de la región del pacifico con un 75% del total de la población en estudio, sucediéndole la región central con un 19% y la costa Caribe con 6% de la población.

De esta población en estudio tan solo el 5.71% poseía una agudeza visual inferior al 20/20, cuya causa eran defectos refractivos, los cuales fueron corregidos mediante lentes de la caja de pruebas sobre una montura de pruebas.

Basándonos en los datos arrojados por el estándar de oro, el test manual, el 44.8% del total de la población posee alteraciones en la percepción del color, la cual se divide en el 49% para los hombres y el 51% para las mujeres. Esto dice que las mujeres a pesar que fueron menos presentaron mayores problemas en la percepción cromática, sin embargo de los casos dentro del rango de severo los hombres poseen un 67% de afectados. Esto contrasta con los datos arrojados

por el test computarizado dentro según los géneros ya que según este el 61.9% de la población se encuentra con afectaciones de la visión al color, indicando que el 49.2% de los sujetos afectados son mujeres, y el 50.7% son hombres. Aquí vemos como los datos han variado en un 2% aproximadamente donde inclusive el porcentaje mayoritario de afectados según genero ha intercambiado tendiendo un cambio de 1% aproximadamente para cada uno de los géneros.

Según el test manual para los rangos de edad, quienes están con mayor afectación son los del rango tres, comprendiendo las edades de los 23 a 25 años, quienes dentro de su grupo tienen 62.5% de sujetos con alguna alteración al color, seguido de el rango 2 con 45.7% de sujetos que reportaron una alteración al menos y por último el rango uno tiene un 25.9% de afectados dentro de esta agrupación. Mientras que los datos del examen computarizado indica que en el rango uno es el que tiene a los sujetos con mayor porcentaje de alteración en la percepción cromática con un 67.5%, luego el rango tres con un 62.6% y por último el rango dos con un 56.6%, observando cómo ha sido la variación que han ido sufriendo los datos según genero y edad mediante los dos test.

En nuestro estudio el test de Farnsworth computarizado alcanzo un nivel de especificidad dentro de los límites establecidos (80%) también se considera que el Test computarizado tiene un alto nivel de sensibilidad.

En cuanto al tiempo el promedio general fue de 7.00 min, y el del computarizado 7.05, indicando que se toma aproximadamente el mismo tiempo la realización de cualquiera de los dos test.

Conforme la preferencia de cada sujeto por el test el 72.38% prefiere por razones de comodidad el método manual.

Al igual que el estudio realizado en Nueva Delhi, India ***EL NUEVO TEST FARNSWORTH MUNSELL 100-HUE PRUEBA BASADA EN COMPUTADORA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VISIÓN DEL COLOR***, utilizamos coeficiente de correlación de Pearson para determinar si existía relación en cuanto a los resultados arrojados por cada uno de los test, este fue de 0.64.

11. CONCLUSIONES

- El test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado es capaz de detectar anomalías en la visión cromática.
- El test computarizado requiere menos tiempo en la interpretación y análisis de los resultados.
- El test computarizado online gratuito Fansworth Munsell 100 HUE no presenta la misma efectividad de detección de las anomalías de percepción cromática que el test Fansworth Munsell 100 HUE manual.
- El test computarizado online gratuito Fansworth Munsell puede ser utilizado solo como un indicador para una anomalía de percepción del color, sin reemplazar a la versión manual.

12. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que planteamos están dirigidas a futuras investigaciones, dichas propuestas pueden ser utilizadas para el momento de la recolección de datos de la muestra a estudiar.

- Utilizar una muestra más grande y mayor equidad dentro de los sujetos de la población.
- Tener como forma idónea un test Fansworth Munsell 100 HUE manual para cada sujeto a la vez.
- Utilizar para la prueba computarizada monitores de pantalla LED TFT con una misma resolución en todos, mismo diámetro de pantalla y con un brillo de 50% y contrastes al 100%.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Ambrossio, L. (2004). *Fotonostra/teoría del color*. Obtenido de www.fotonostra.com/grafico/teoriacolor.htm
- Antolinez, R. M. (2011). *Manual de Optometria*. Espana: Panamericana.
- Antolinez, S. (2011.).
- BaileyJames /Richmond Products. (2010). *Spanish_Color_Vision_Tutorial*.
- Baraas, R. C. (2010). Color constancy of Red-Green Dichromats and Anomalous Trichromats. *IOVS*, Vol.51.
- Benicarló, C. (2006). *Nociones Básicas de Diseño: Teoría del color. cuaderno 2*. Castellón, España: NETDISSENEY. Obtenido de netdisseny@netdisseny.com: repositoral.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/.../1/teoria-del-color.pdf
- Benitez, J. M. (2002). *Manual Básico de Electrofisiología Ocular* .Mc Line .
- Birch, D. (1987). *An averaging method for the interpretation of the Farnsworth Munsell 100 Hue test, Part I: Congenital color vision defects* .
- Bocardi, R. (7 de agosto de 2015). *e.oftalmología.com*. Obtenido de http://www.e-oftalmologia.com/area_formacion/investigacion/cromatical.html
- Burnett, R. (2011). Aplicación del test de visión de color adaptado para computadora en la inspección de formación profesional de medicina en China. *IEE*, 597-600.
- Cabera, J. A. (2011). *El Color: Tono, Saturacion, brillo e iluminacion*. WordPress.
- Cardinali, D. P. (1991). Manual de NeuroFisiología. En D. P. Cardinali, *Manual de Neurofisiología*.(pág. 133).
- Chaves Fernandes, L. y. (2008). *Efficiency of color vision tests in hereditary dyschromatopsia: case report*. *Arq Bras Oftalmol*.

- Cranwell, M. B., Pearce, B., Loveridge, C., & C., A. H. (2015). Performance on the Farnsworth-Munsell 100-Hue Test Is Significantly Related to Nonverbal IQ. *IOVS* , Vol.56, 3171-3178.
- D., F. (s.f.). the Farnsworth-Munsell 100 hue and dichotomous test for color vision. *Opt Soc Am.*
- Dr. Aroch, A. C. (1993). *Estadística Epidemiológica.*
- Dr. Lasa, A. M. (2012). *Deuteranomalía.*
- Edwards, K. (1993). *Optometria* . Barcelona : Masson-Salvat.
- Enns, C. S. (2001). *Sensasion y Percepcion.* Mexico: McGrawHill.
- Eskurra, G. A. (2003). *Alteraciones de la visión al color en pacientes présbitas.* .
- Farnsworth, D. (1957). *The Farnsworth munsell 100 hue test for the examination of color discrimination.* .
- Farnsworth, D. (1957). the Farnsworth-Munsell 100 hue test for examination of color discrimination. Baltimore: Munsell color company Inc.
- Farnsworth., M. o. (Revised 1957). *The Farnsworth-Munsell 100-Hue Test for the.*New York: New Windsor.
- Fez, F. (2011). *Directrices para la administración y puntuación del test farnsworth munsell de 100 tonos* . VALENCIA, ALICANTE: DEPARTAMENTO DE ÓPTICA.
- Fez, M. L. (2011). *Directrices para la administracion y puntuacion del Test Farnsworth Munsell 100 Hue.* Valencia.
- Flores, C. (2001). Comite federal sobre terminologia anatomica. *Terminologia Anatomica Internacional.* España: Panamericana.
- Galindo-Maunch. (1996). *Tipos de muestreo.*
- Gonzalez, D. J. (2009). Fundamentos Fisiológicos de la Percepción del Color. *Rev. de Oftalmología Misión Milagro Vol.2Nº1.*
- Gonzalez, F. E. (2002). *Fundamentos de la vision de color.*

- Gonzalez, M. (2007). Test de Visión Cromática Asistidos por Ordenador. *Boletín de la sociedad Oftalmológica de Madrid-Nº 47*.
- Grandi, G. G. (2010). *Neuroanatomía*. Universidad de Rosario.
- Grosvenor, T. (2005). *Optometria de atencion primaria* . Barcelona : MASSON, S.A.
- Guarnizo, N. R. (Agosto 2008). *Efectividad del test cromático visual Software Interactivo en la detección de las alteraciones de la visión cromática en trabajadores de lavandería en la localidad de Chapinero en Bogotá*. Bogota.
- Herraz, M. R. (2002). Guia clinica para la exploracion de la vision de los colores. *Gaceta Optica N 362*.
- J, B. (2011). Vision Cromatica . En R. M. Vecilla, *Manual de Optometria* (pág. 65). España: Panamericana .
- Directrices para la administracion y puntuacion del Test Fransworth-Munsell de 100 tonos*. (Julio-Agosto 2001). Valencia & Alicante.
- Leal, C. (2008). *definiciones*.
- Luque, M. J. (2001.). *DIRECTRICES PARA LA DMINISTRACIÓN Y PUNTUACIÓN DEL TEST FARNSWORTH-MUNSELL DE 100 TONOS*. VALENCIA.
- Martin Garcia, J. M. (2002). *Guia clinica para la exploracion de la vision de colores, 1ra edicion*. Espana : Colegio Nacional de Opticos-Optometristas .
- Martín-Buitrago, D. M.-C. (Junio, 2004). *ESTUDIO CLÍNICO DE LA PERCEPCIÓN DEL COLOR APLICANDO EL TEST TC-COI*.
- McIntyre, D. M. (2001). *Causas y efectos de la ceguera en color*. Reino Unido.
- Mercedes Bueno García, Fátima López Tapia, Cristina Martínez Palomares, Paola Moreno Álvarez . (2006). *Neuropsicología del Color-Psicología Teórica*. Granada, España.
- MJ, L. (2010). *Métodos basados en la visión del color. Máster Optometría Avanzada y CIENCIAS DE LA VISION* . Universidad de Valencia .
- MLS. Zavala, S. T. (2009). *Guía a la redacción en el estilo APA, 6ta edición*.

- Montes-Mico, R. (2011). *Optometria, Principios basicos y aplicacion clinica* . Barcelona : ELSEVIER .
- Morgan, A. (1995). *Fisiología del ojo*.
- Ortiz, R. (NOVIEMBRE de 2008). *Teoría de la percepción*. Obtenido de www.roc21.com › Apuntes
- Pedroza, G. (2002). Propiedades del color. *UDC.ES*. Obtenido de abia.tic.udc.es/gc/.../color/Propiedades%20de%20los%20colores.htm
- Pentti, R. (03 de agosto de 2007). *método comparativo*. Obtenido de [project.metodi:](http://project.metodi.fi) <http://www.2.uiah.fi/projects/metodi/>
- Periz, M. (2008). *Visualperception*.
- Pierre, A. (2005). *CIE*.
- PR., K. (1970). *Proposals for scoring and assesing the 100-hue test*. *Vision Res* .
- Puell, María Marin; Colegio nacional de óptico-optometristas. (1994). Codificación de la señal visual. *Gaceta Óptica* N° 278.
- Remei, A. (2015). *_altraciones_de.JSP*.
- Rodriguez, G. (2007). *oftalmología en imágenes*. Obtenido de oftalmo.com/som/images/revistas/revista-2007/m2007-19.htm
- Romero, J. (1996). *Curso introductorio a la Óptica Fisiológica*. Granada: Comares .
- Rua, B. (2008). Obtenido de *Métodos administrativos.:* "<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18250/1/Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n%20Bruno.pdf>"
- Rueda Nancy, Guarnizo Diana, DRA. Jiménez Indgrid. (Agosto 2008). *Efectividad del test cromático visual software interactivo en la detección de las alteraciones de la visión cromática en trabajadores de lavandería en la localidad de Chapinero Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- S., D. R. (2006). *Metdologia de Investigacion*. . Mexico: Mc Graw Hill. .

- Sakmar, T. (2004). Vision Cromatica . En P. K. Alm, *Fisiologia del Ojo* (págs. 578-585). Madrid: ELSEVIER .
- Santojuanes, F. B. (2010). *Estudio del anomaloscopio Heidelberg Multicolor como Test de detección de defectos Cromáticos Rojo.verde y Azul.amarillo*. Valencia.
- Smith, Albert Friedrich. (15 de Agosto de 2015). *Color Blindness Test*. Obtenido de Color Blindor: www.color-blindness.com/farnsworth-munsell-100-..
- Supriyo Ghose, T. P. (2013). A new computer- based Farnsworth Munsell 100 hue test for evaluation of color vision. *PUBFACT*, 5: 34 (4): 747-51.
- Valerio, A. M. (2001). *Principios de color y holopintura*. Club Universitario.
- Verriest, G. (1991). *Further studies on acquire deficiency of color discrimination*.
- Wandell, B. A. (1995). *Foundations of Vision*. Sunderland (Massachussets): : Sinaur Associates.
- Yenni, V. V. (2008). *Estudio clínico comparativo entre el test TC-COI con el test de ishihara en niños de 6 a 12 años del colegio colseguros de Bogotá*. BOGOTÁ, COLOMBIA.

14. ANEXOS



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN OPTOMÉTRICA



Título del protocolo:

“Efectividad del test Farnsworth Munsell 100 Hue (FMH) computarizado en comparación con el test Farnsworth Munsell 100 Hue manual en estudiantes de 16 a 25 años de edad en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua”

Investigadores: Br. Ramdall Agurcia Br. Edwin Mejía Br. Sonia Urbina
Correo: edwinantonio06@gmail.com

Sede donde se realizará el estudio: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, Recinto universitario Rubén Darío, Facultad de ciencias médicas, departamento de Optometría Médica, pabellón 64.

Nombre del paciente: _____

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación optométrica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento.

1. Justificación del estudio.

La evaluación de la visión de color deberá formar parte de todo examen optométrico. Al evaluar niños, lo principal es la detección de anomalías visuales congénitas y cuando se evalúa a adultos se deberá investigar de una posible anomalía adquirida de la visión del color.

Con el avance de las herramientas tecnológicas, las pruebas diagnósticas para la detección de las anomalías cromáticas, ya certificada y existentes que son de uso manual, han incursionado en el formato virtual, tratando de generar que estas sean muchos más rápidos y accesibles (económicamente hablando), al igual que sean buen entendimiento para los pacientes.

Ejemplo de esto ha sido el test de Farnsworth Munsell 100 Hue Manual que puede considerarse como “estándar de oro” en detección de anomalías cromáticas. Sin embargo este test tiene varios inconvenientes, especialmente para los países en vías de desarrollo. Primero, su precio oscila entre 700 y 1000 dólares, lo que lo hace inaccesible para una clínica optométrica pequeña. Segundo, este test tiene vida media limitada ya que con todo el cuidado es inevitable que el paciente toca las fichas de color lo que termina en su deterioro. Y por último la interpretación

de test manual dura casi el mismo tiempo que el procedimiento en si incluso si se usa la hoja de Excel para el cálculo de puntaje final.

Existe un análogo computarizado de test de Farnsworth que está en libre y gratuito acceso en Internet e incluso puede instalarse en computadora para ser utilizado offline. Sin embargo este test carece de datos fidedignos que certifican su eficiencia, sensibilidad y especificidad. Es por lo cual es conveniente establecer una comparación entre ambos métodos, con tal de saber la veracidad del servidor interactivo virtual, con la ya conocida versión manual.

2. Beneficios del estudio.

Este estudio permitirá en un futuro la implementación del test de Farnsworth Munsell 100 Hue virtual en las aulas de Optometría Medica y áreas clínicas para realizar un diagnóstico asertivo en la visión cromática.

El estudio brindara una herramienta de recolección de datos muy importante en el área de visión cromática,

3. Procedimientos del estudio.

- Evaluación de la AV de cerca (Monocular y Binocular)
- Lensometría (en caso de que el Px use corrección)
- Test de Farnsworth Munsell 100 Hue manual
- Test de Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado

4. Aclaraciones.

Cabe destacar que todos los procedimiento que realizaran son procedimientos no invasivos, que no comprometen la integridad física, ni visual del paciente, no existiría ningún contacto hacia el globo ocular del sujeto, ni se utilizara ningún fármaco.

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.

5. Carta de Consentimiento Informado

Yo, he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. Convengo en autorizar mi participación en este estudio de investigación.

Firma del participante

Fecha

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS #1

Fecha: _____ Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Procedencia: _____ Facultad: _____

AV CERCA Optotipo: _____

LENSOMETRIA

	S/C	C/C
OD		
OI		
AO		

OD			
OI			

¿Padece de alguna patología a nivel sistémico?

Sí _____ No _____ ¿Cuál? _____

¿Padece de alguna patología a nivel ocular?

Sí _____ No _____ ¿Cuál? _____

¿Consume algún tipo de fármacos?

Sí _____ No _____ ¿Cuál? _____

Resultados del test de Farnsworth

Prueba manual

Diagnostico	Tiempo de la prueba

Prueba computarizada

Diagnostico	Tiempo de la prueba

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS #2

¿Cuál de los dos métodos empleados considera más fácil de realizar?

FM100 Hue manual _____ FM100 Hue computarizado _____

¿Por qué?

¿Considera que existe alguna diferencia al momento de ejecutar el test?

Si _____ no _____

¿Cuál?

De volver a realizar el test de Farnsworth, ¿Cuál de los dos métodos escogería?

FM100 Hue manual _____ FM100 Hue computarizado _____

¿Cuáles son sus Recomendaciones?

¡Muchas gracias por tu participación!

CRONOGRAMA

Denominación	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	em 1	em 2	em 3	em 4	em 1	em 2	em 3	em 4	em 1	em 2	em 3	em 4	em 1	em 2	em 3	em 4	em 1	em 2	em 3	
• Elaboración de Propuesta de tema																				
• Elaboración de protocolo																				
• Préstamo de instrumentos.																				
• Prueba de instrumentos.																				
• Recolección de datos																				
• Ordenamiento de los datos																				
• Análisis de resultados																				
• Presentación del trabajo final																				

PRESUPUESTO

N		Descripción	Costo total unitario	Presupuesto
1	Equipos	2 test de Farnsworth Munsell 100 Hue Manual	0.00 (Préstamo por coordinación de Carrera)	0.00
2		Test de Farnsworth Computarizado	0.00 (online y offline)	0.00
3		3 cartillas de agudeza visual visión cercana	50.00	150.00
4		1 Caja de prueba	0.00 (préstamo por coordinación de carrera)	0.00
5		1 montura de prueba	0.00 (Préstamo por coordinación de carrera)	0.00
7	Papelería	Consentimiento informado	2.00	224.00
8		Ficha de recolección de datos	2.00	224.00
9		Ficha de resultados Farnsworth Manual	1.00	112.00
10	Viáticos	Alimentación de investigadores por los 45 días de investigación.	150 córdobas	6,750 córdobas
11		Transportes de investigadores por los 45 días de investigación.	50 córdobas.	2,250 córdobas.
			Total	9,710.00

15. TABLAS Y FIGURAS.

Tabla 1. Frecuencia del sexo de sujetos de investigación.

		Sexo			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Hombre	54	51.4	51.4	51.4
	Mujer	51	48.6	48.6	100.0
	Total	105	100.0	100.0	

Tabla 2: Frecuencia de edades de sujetos de investigación.

		Edad			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	16- 19	43	41.0	41.0	41.0
	20-22	46	43.8	43.8	84.8
	23- 25	16	15.2	15.2	100.0
	Total	105	100.0	100.0	

Tabla 3. Resultados de frecuencias y promedios obtenidos según procedencia.

TABLA 3: PROCEDENCIA SEGÚN REGIONES					
REGION	DEPARTAMENTOS	PERSONAS	% DE PERSONAS VS TOTAL DEL ESTUDIO	TOTAL DE PERSONAS POR REGION	% DE PERSONAS DE LA REGION VS TOTAL DEL ESTUDIO
REGION DEL PACIFICO 7 DEPARTAMENTOS	Carazo	5	4.76%	84	80.00%
	Chinandega	2	1.90%		
	Granada	5	4.76%		
	León	2	1.90%		
	Managua	43	40.95%		
	Masaya	20	19.05%		
	Rivas	7	6.67%		
REGION CENTRAL 8 DEPARTAMENTOS	Boaco	5	4.76%	19	18.10%
	Chontales	2	1.90%		
	Estelí	1	0.95%		
	Jinotega	1	0.95%		
	Madriz	1	0.95%		
	Matagalpa	7	6.67%		
	Nueva Segovia	1	0.95%		
	Rio San Juan	1	0.95%		
COSTA CARIBE	Región autónoma del Atlántico Norte	1	0.95%	2	1.90%
	Región autónoma del Atlántico Sur	1	0.95%		
	TOTALES	105	100.00%	105	100.00%

Tabla 4: Resultados del Test Farnsworth Munsell 100 Hue manual según género.

		Tabla cruzada Sexo*Error Manual					
		Error Manual				Total	
		0-59	60-119	120-199	200-600		
		NADA	LEVE	MODE	SEVERO		
				RADO			
Sexo	Hombre	Recuento	31	17	4	2	54
		Recuento esperado	29.3	16.7	5.6	1.5	54.0
		% dentro de Sexo	58.5%	30.2%	7.5%	3.8%	100.0%
	Mujer	Recuento	27	16	7	1	51
		Recuento esperado	28.2	16.0	5.3	1.5	51.0
		% dentro de Sexo	52.9%	31.4%	13.7%	2.0%	100.0%
Total		Recuento	58	32	11	3	105
		Recuento esperado	58.0	33.0	11.0	3.0	105.0
		% dentro de Sexo	55.2%	31.4%	10.5%	2.9%	100.0%

Tabla 5: Resultados del test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado según género

		Tabla cruzada Sexo*Error Computarizado					
		Error Computarizado				Total	
		0-59	60- 119	120-199	200-600		
		NADA	LEVE	MODERAD			
				O			
Sexo	Hombre	Recuento	21	22	8	3	53
		Recuento esperado	20.2	20.2	10.1	2.5	53.0
		% dentro de Sexo	39.6%	40.74%	15.1%	5.7%	100.0
							%
	Mujer	Recuento	19	18	12	2	51
		Recuento esperado	19.4	19.4	9.7	2.4	51.0
		% dentro de Sexo	37.3%	35.3%	23.5%	3.9%	100.0
							%
	11	Recuento	0	1	0	0	1
Recuento esperado		.4	.4	.2	.0	1.0	
% dentro de Sexo		0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0	
						%	
Total	Recuento	40	40	20	5	105	
	Recuento esperado	40.0	40.0	20.0	5.0	105.0	
	% dentro de Sexo	38.1%	38.1%	19.0%	4.8%	100.0	
						%	

Tabla 6: Resultados test manual según edad.

		Tabla cruzada Edad*Error Manual					
		Error Manual				Total	
		0-59	60-119	120-199	200-600		
		NADA	LEVE	MODERA	SEVERO		
		DO					
Edad	16- 19	Recuento	27	9	5	2	43
		Recuento esperado	23.8	13.5	4.5	1.2	43.0
		% dentro de Edad	62.8%	20.9%	11.6%	4.7%	100.0%
	20-22	Recuento	25	16	4	1	46
		Recuento esperado	25.4	14.5	4.8	1.3	46.0
		% dentro de Edad	54.3%	34.8%	8.7%	2.2%	100.0%
	23- 25	Recuento	6	8	2	0	16
		Recuento esperado	8.8	5.0	1.7	.5	16.0
		% dentro de Edad	37.5%	50.0%	12.5%	0.0%	100.0%
Total		Recuento	58	33	11	3	105
		Recuento esperado	58.0	33.0	11.0	3.0	105.0
		% dentro de Edad	55.2%	31.4%	10.5%	2.9%	100.0%

Tabla 7: Resultados test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado según edad.

		Error Computarizado				Total	
		0-59	60- 119	120-199	200-600		
		NADA	LEVE	MODERAD	O		
Edad	16-	Recuento	14	18	10	1	43
	19	Recuento esperado	16.4	16.4	8.2	2.0	43.0
		% dentro de Edad	32.6%	41.9%	23.3%	2.3%	100.0%
	20-22	Recuento	20	17	5	4	46
		Recuento esperado	17.5	17.5	8.8	2.2	46.0
		% dentro de Edad	43.5%	37.0%	10.9%	8.7%	100.0%
	23-	Recuento	6	5	5	0	16
	25	Recuento esperado	6.1	6.1	3.0	.8	16.0
		% dentro de Edad	37.5%	31.3%	31.3%	0.0%	100.0%
	Total	Recuento	40	40	20	5	105
		Recuento esperado	40.0	40.0	20.0	5.0	105.0
		% dentro de Edad	38.1%	38.1%	19.0%	4.8%	100.0%

Tabla 8: Promedio de tiempo obtenido al realizar la prueba

Clasificación anomalía cromática	según	Manual			Computarizado		
		Promedios	Min	Max	Promedios	Min	Máx.
Nada		7.36	4.09	16.51	8.33	2.56	12.57
Leve		9.21	2.06	15.21	7.00	4.26	13.27
Moderado		6.02	3.23	9.05	7.14	4.08	11.06
Severo		8.10	5.52	11.41	5.27	3.08	7.20

Tabla 9: Resultados de agudezas visuales obtenidas.

Agudezas visuales cercana en escala de Snellen						
	20/10.	20/16.	20/20.	20/25.	20/32.	Total
N° de casos	5	23	69	6	2	105
Porcentajes	4.76%	21.91%	65.71%	5.71%	1.91%	

Tabla 10. Resultados de lensometría obtenidas.

Porcentajes según estado refractivo de cada paciente.							
N°	casos	35	33.33% del total		N° de	70	66.67%
ametropicos					casos		del total
					emétropes		
Hipermétrope		3	8.57%	de	las		
s			ametropías				
Miopes		10	28.57%	de	las		
			ametropías				
Astigmatismos		22	62.68%	de	las		
			ametropías				
			Simples		12	54.55% de los astigmatismos	
			Hipermetrópico		3	13.64% de los astigmatismos.	
			Miópico		10	28.57% de los astigmatismos	

Tabla 11. Preferencia de los pacientes entre la prueba manual y computarizada.

Tabla de frecuencia según preferencia de test por cada sujeto		
Test	N° de sujetos	que porcentaje
	prefirieron el test	
Manual	76	72.38%
Computarizado	29	27.62%
Total	105	100%

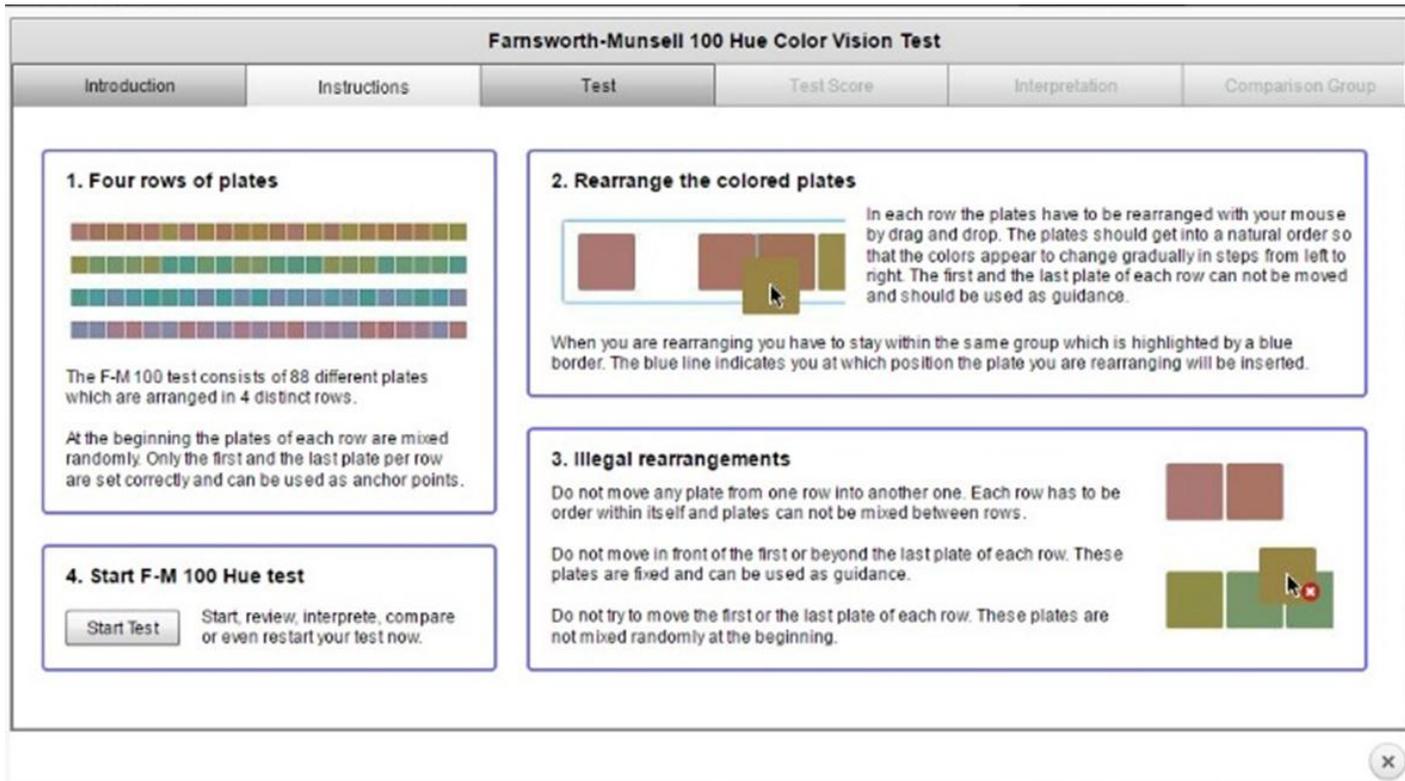


Figura 1.
Instrucciones del test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado
 (Smith, Albert Friedrich., 2015)

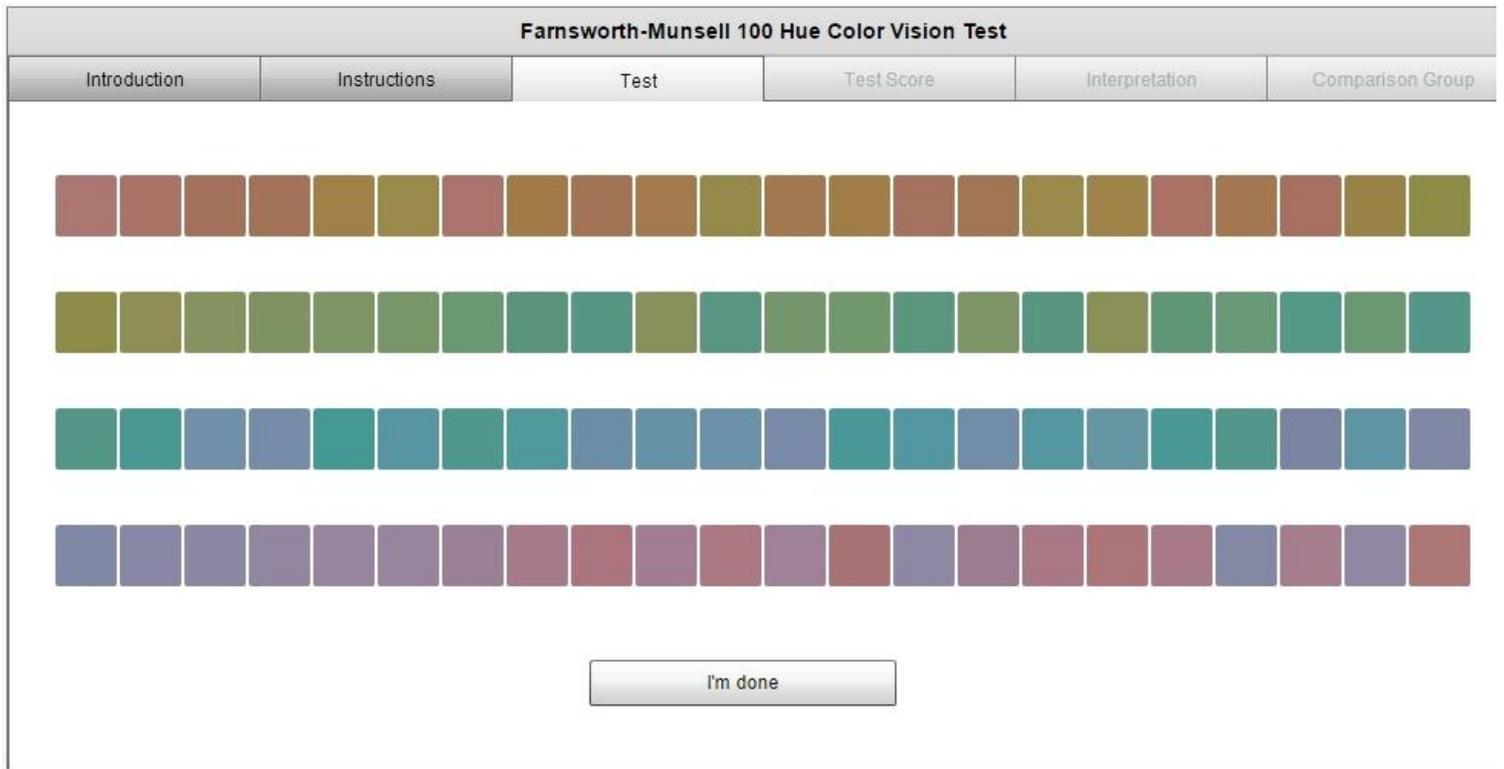


Figura 2.

Muestra del inicio del test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado con los tonos de forma desordenada.

(Smith, Albert Friedrich., 2015)

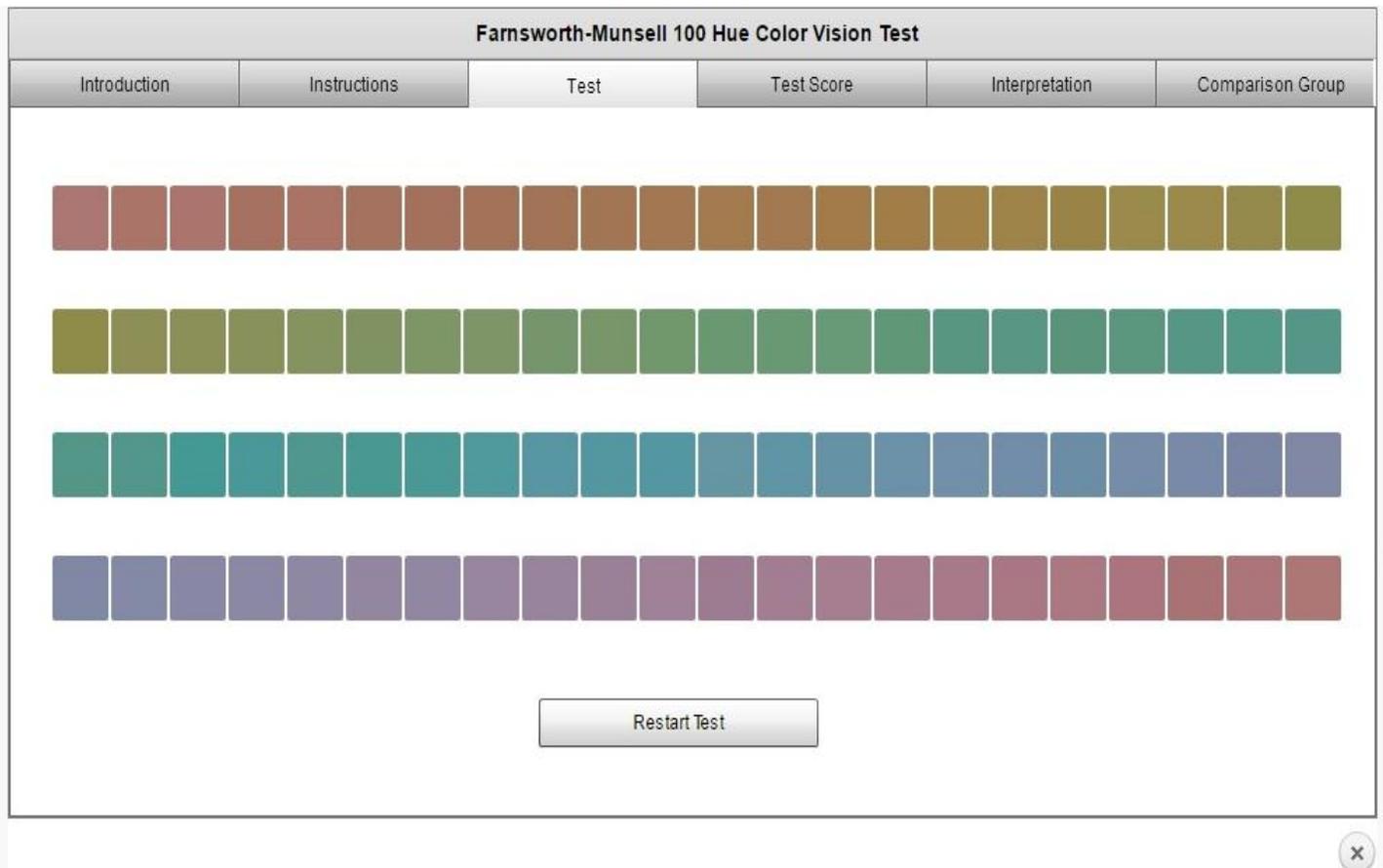


Figura 3.

Test Farnsworth Munsell 100 Hue computarizado con los tonos de forma ordenada.

(Smith, Albert Friedrich., 2015)

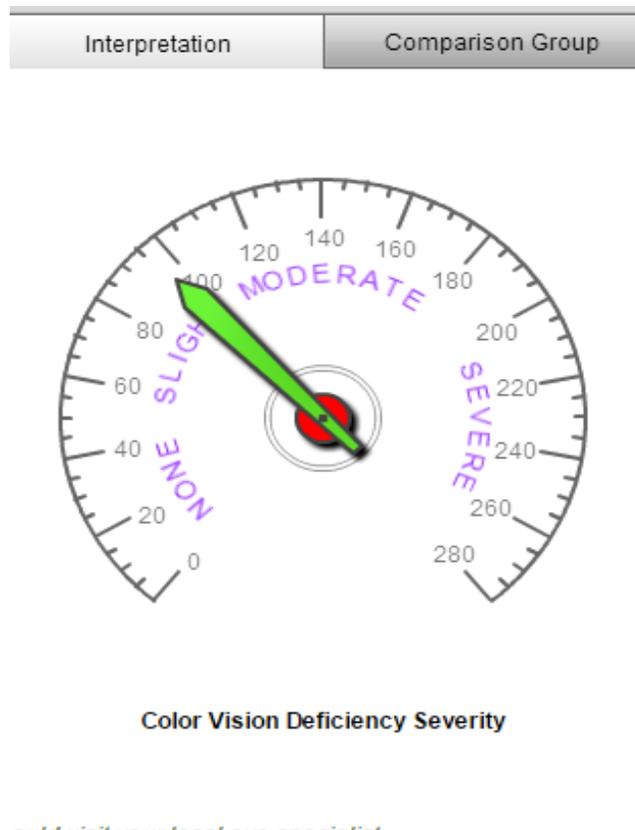


Figura 4.

Ejemplo de determinación del grado de afectación en FMH 100 Computarizado.

(Richmond Products Comp., 2010)



Figura 5.

Muestra de realización de Test Farnsworth Munsell 100 Hue Manual

(Smith, Albert Friedrich., 2015)

FARNSWORTH 100 HUE SCORE SHEET							
Richmond Products P/N 4436							
Name:							
Date of exam:							
Tester:							
Case 1	85=0	Case 2		Case 3		Case 4	
Disc #	Actual Disc #	Disc #	Actual Disc #	Disc #	Actual Disc #	Disc #	Actual Disc #
85		22		43		64	
1		23		44		65	
2		24		45		66	
3		25		46		67	
4		26		47		68	
5		27		48		69	
6		28		49		70	
7		29		50		71	
8		30		51		72	
9		31		52		73	
10		32		53		74	
11		33		54		75	
12		34		55		76	
13		35		56		77	
14		36		57		78	
15		37		58		79	
16		38		59		80	
17		39		60		81	
18		40		61		82	
19		41		62		83	
20		42		63		84	
21		Tiempo		Tiempo:		Tiempo:	
Tiempo:							

Figura 6.

Hoja de anotaciones de los resultados de la prueba de FM100H Manual.

(Fotografía de la hoja adjunta al Test Manual)

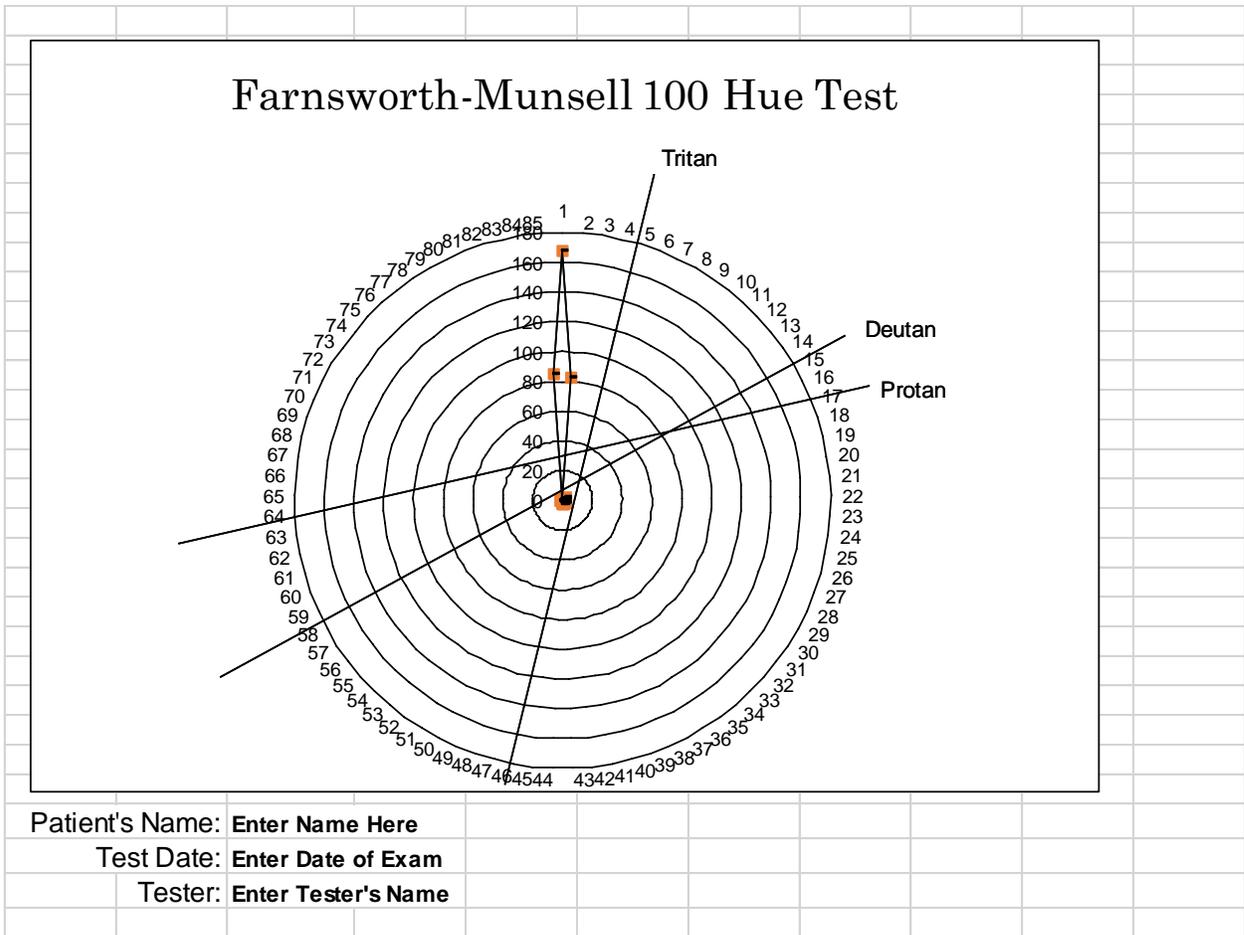


Figura 7

Ejemplo de determinación del grado de afectación en FMH 100 Manual.

(Richmond Products Comp., 2010)

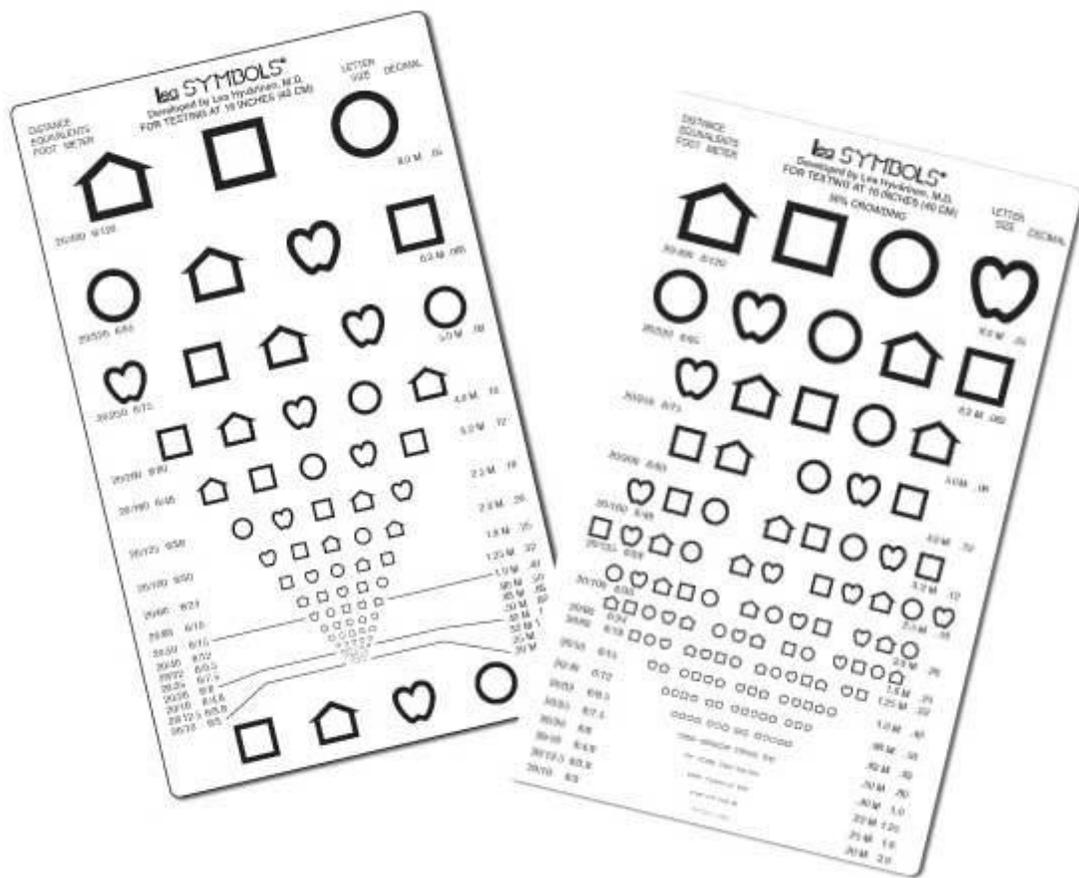


Figura 8.

Cartilla de agudeza visual cercana símbolos Lea.

(Gulden Ophthalmics, 2016)



Figura 9.

Caja y gafas de pruebas.

(anunciosplanet Villavicencio Colombia)



Figura 10.

Monitor LED hp V193 Display, modelo usado en la investigación.

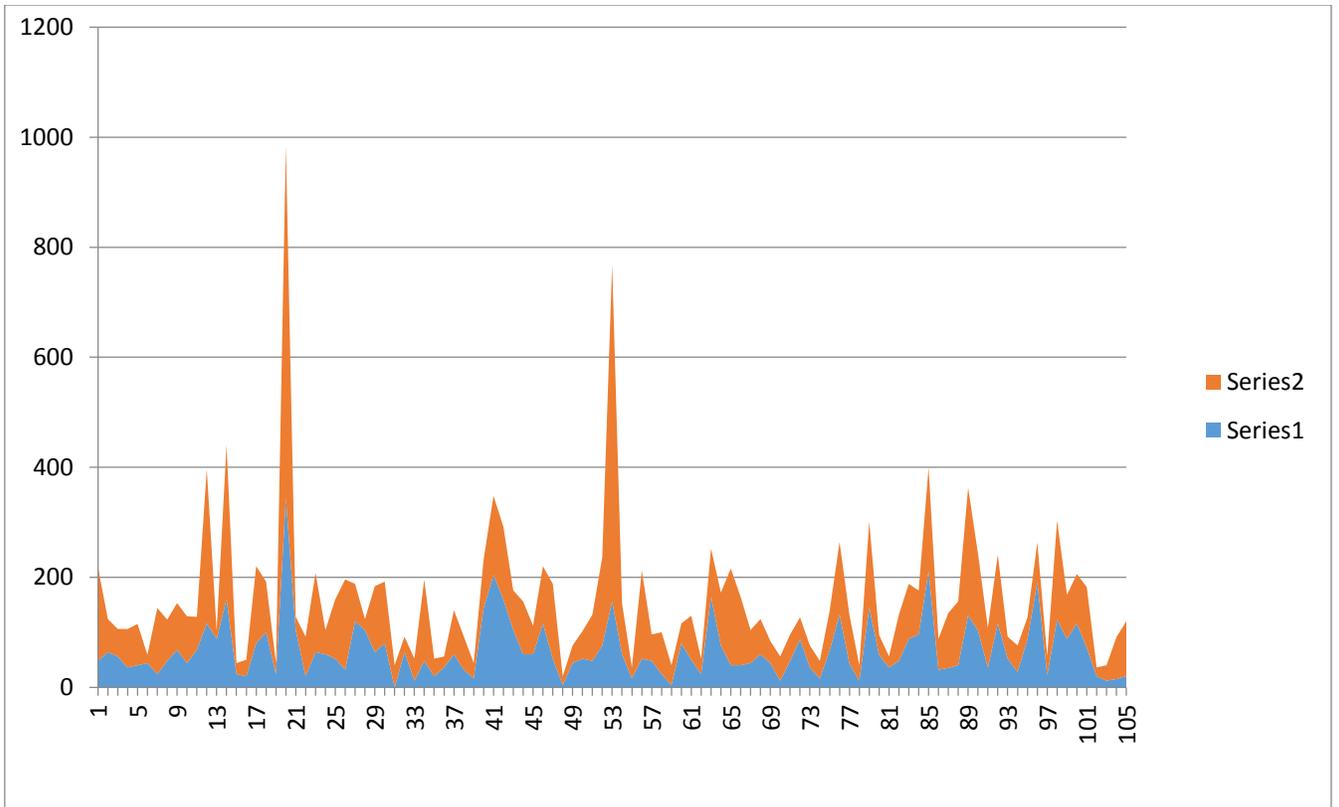


Figura 11.

Correlación entre resultados de ambas pruebas según errores.

Serie 1: Resultado test manual.

Serie 2: Resultado test computarizado.

Sensibilidad y Especificidad

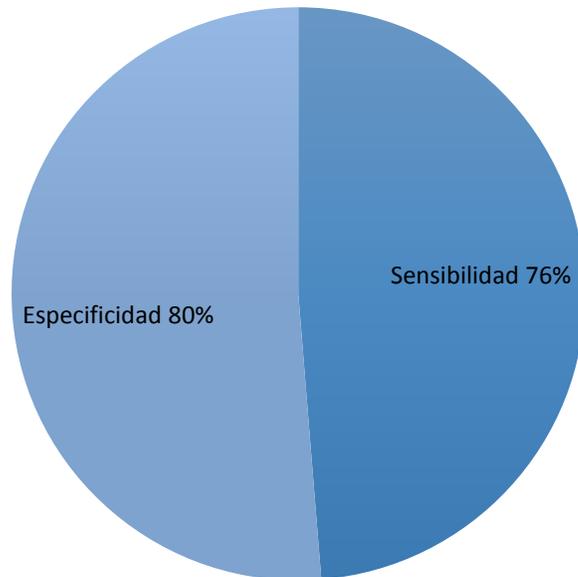


Figura 12.

Resultados calculados de Sensibilidad y especificidad.

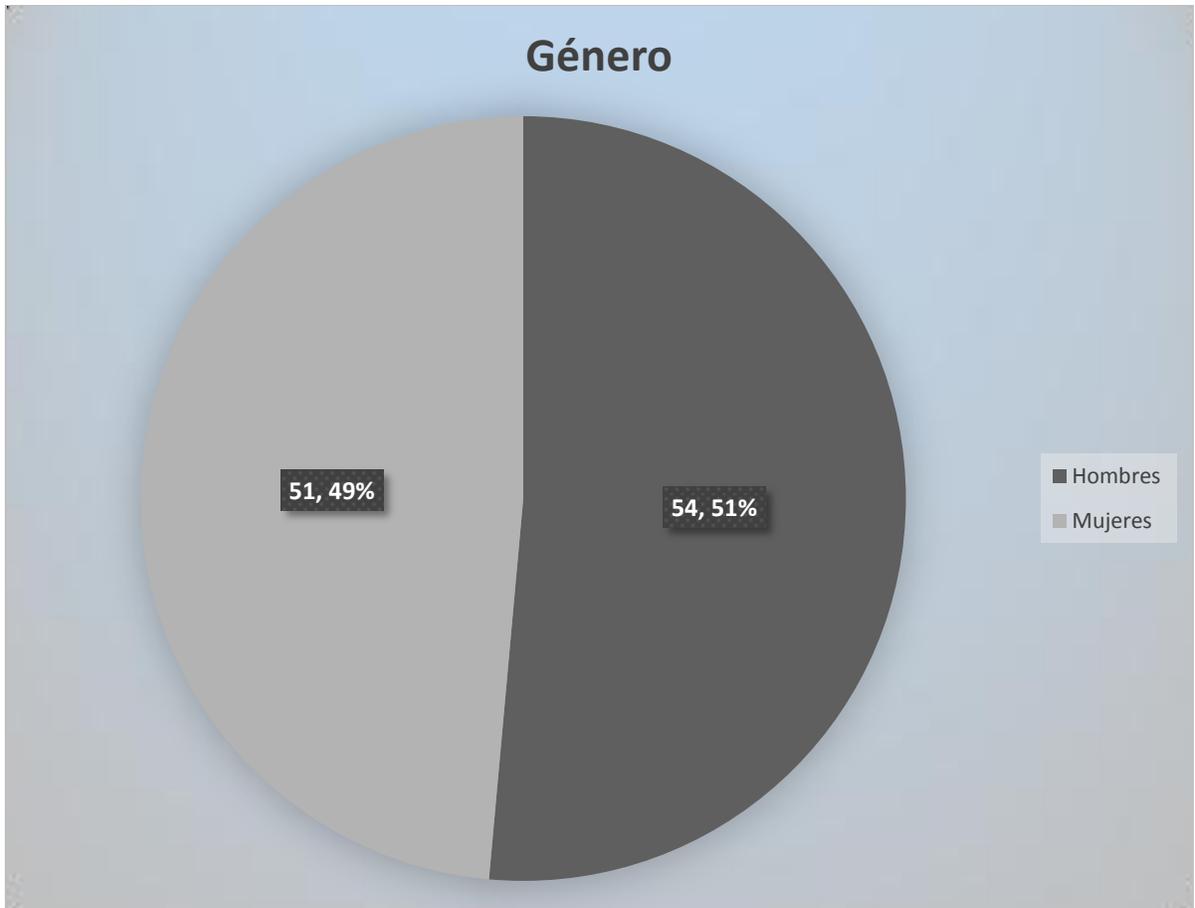


Figura 13.

Porcentajes de afectados según cada sexo en los sujetos de la investigación.

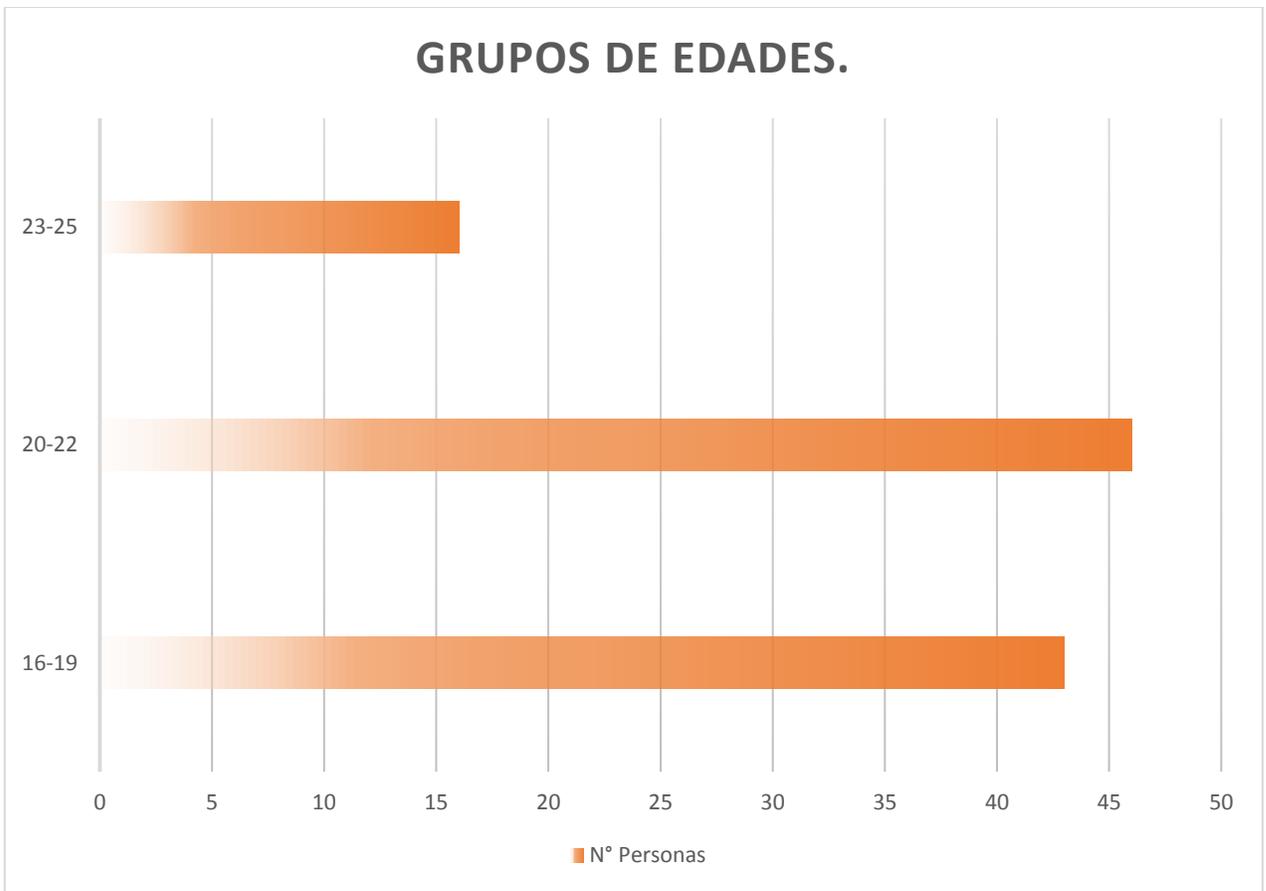


Figura 14.

Frecuencia de edades de los sujetos de la investigación.

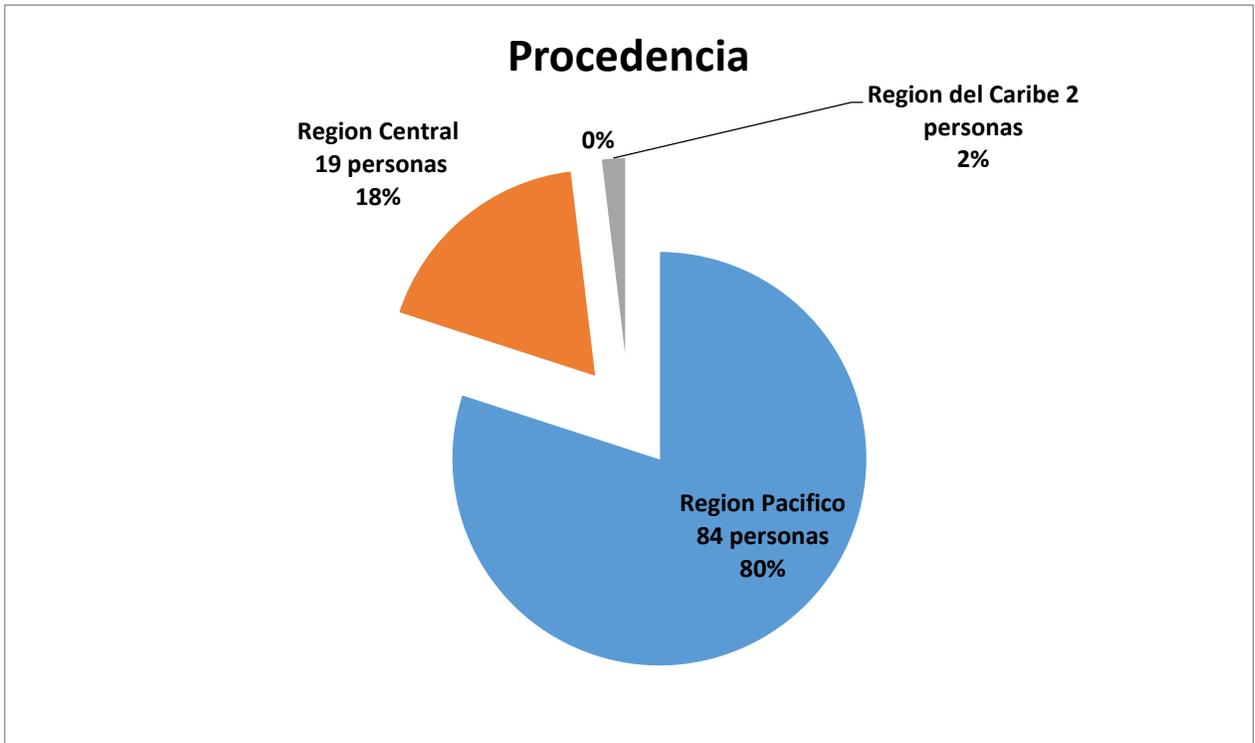


Figura 15

Frecuencia y Porcentaje de casos según lugar de procedencia.

Frecuencia de error manual según género.

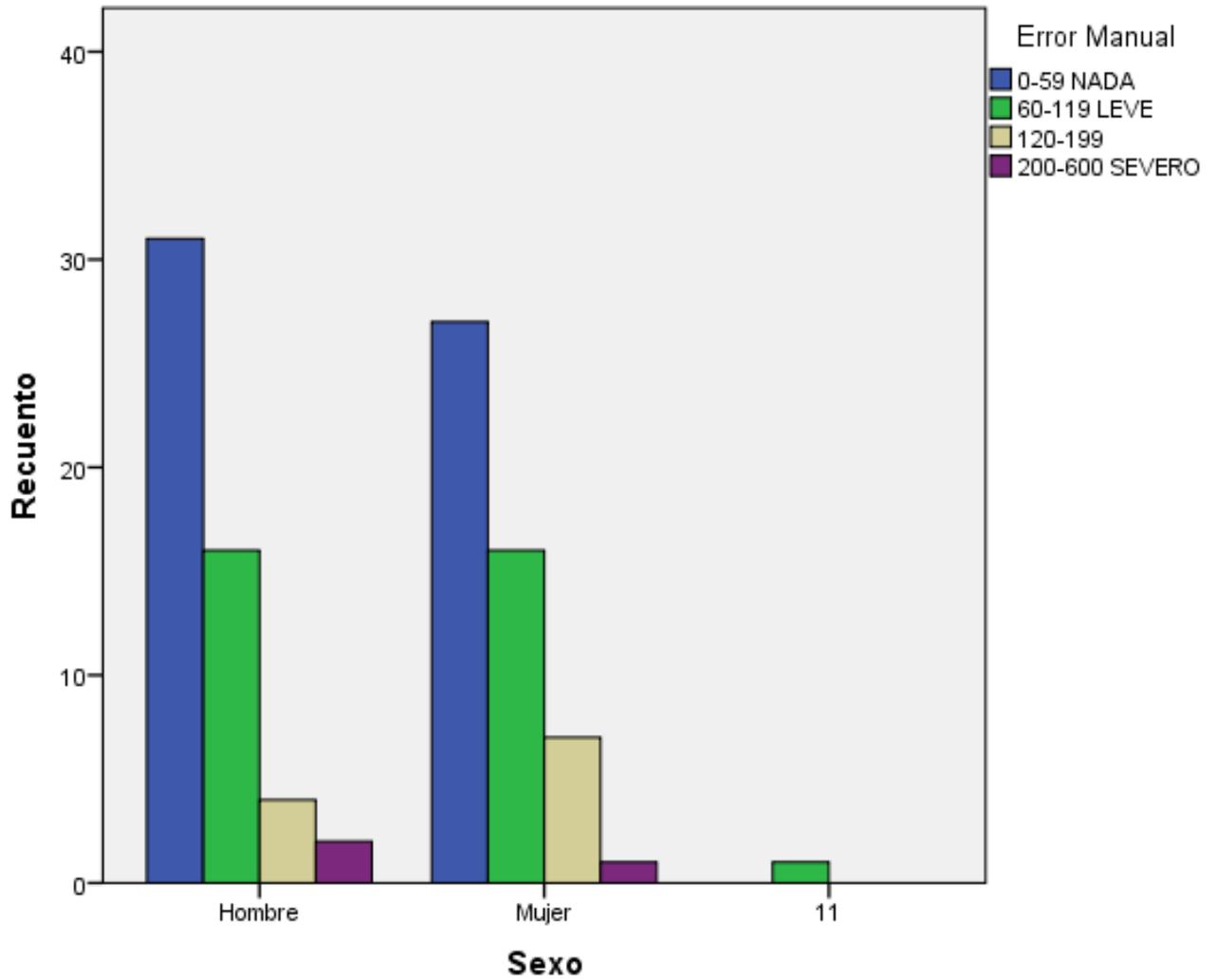


Figura 16.

Error como resultado del test manual relacionado con el género.

Frecuencia de error computarizado según género.

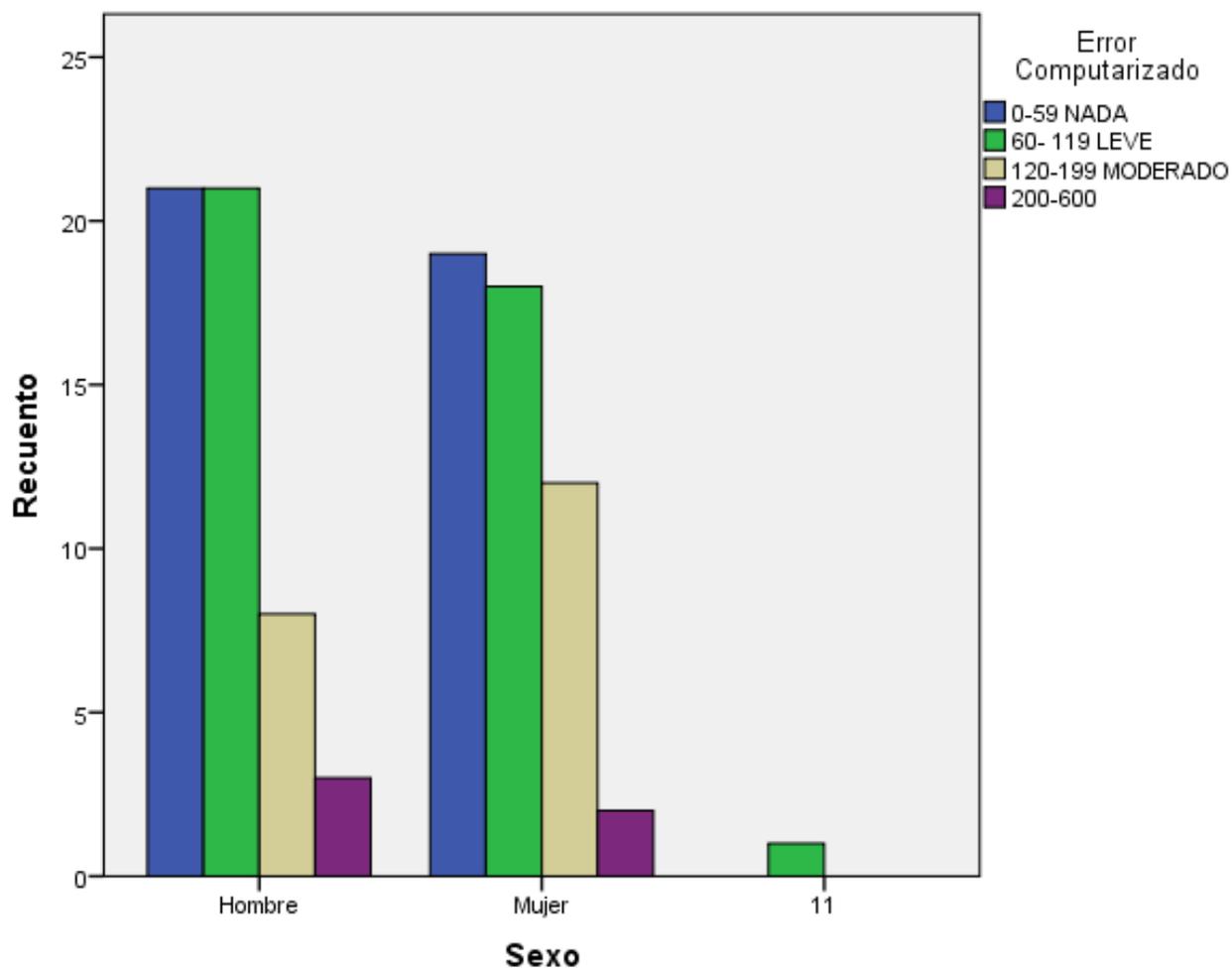


Figura 17.

Error como resultado del test computarizado relacionado con el género.

Error manual según edad.

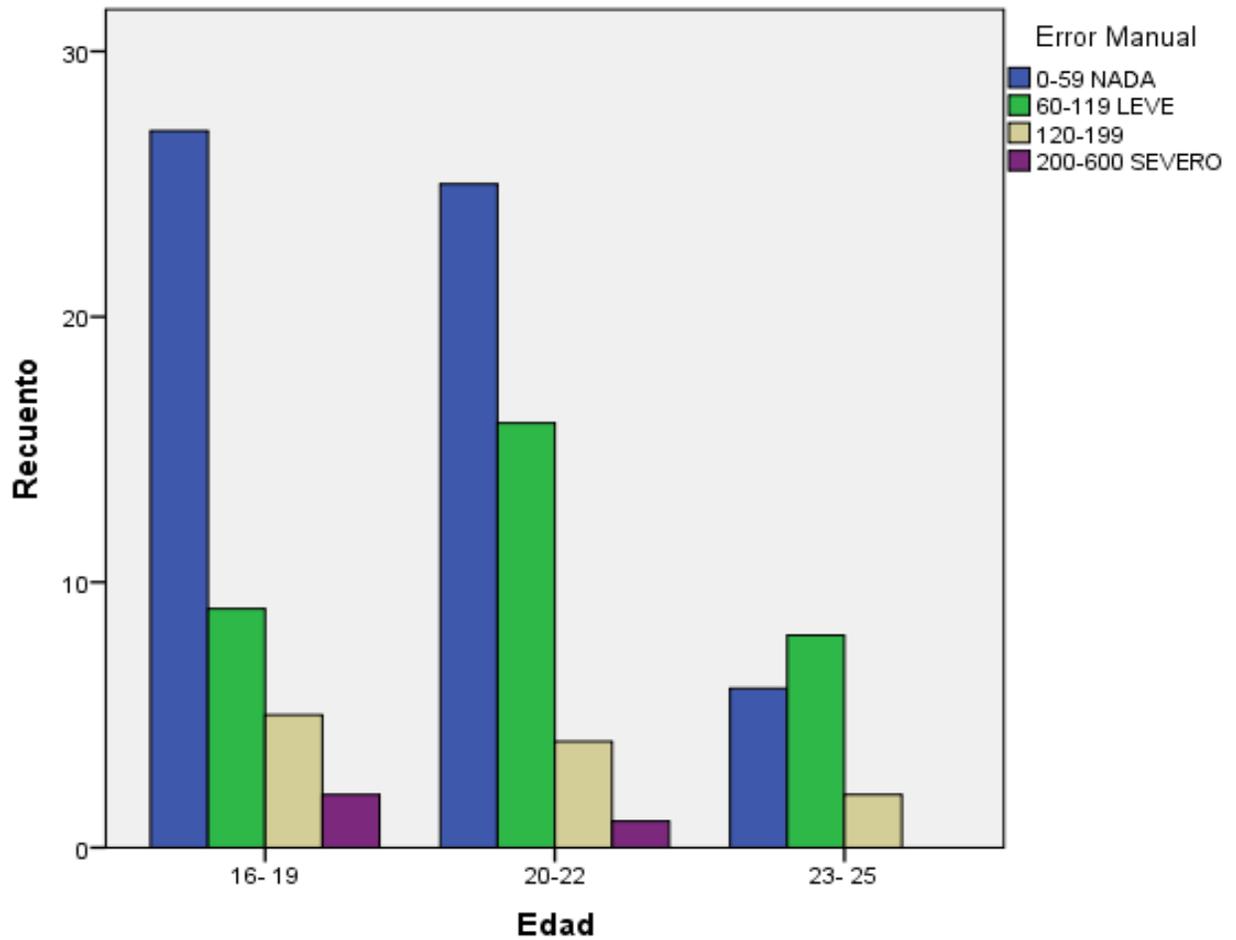


Figura 18.

Frecuencia del error como resultado del test manual relacionado con la edad.

Error computarizado según edad.

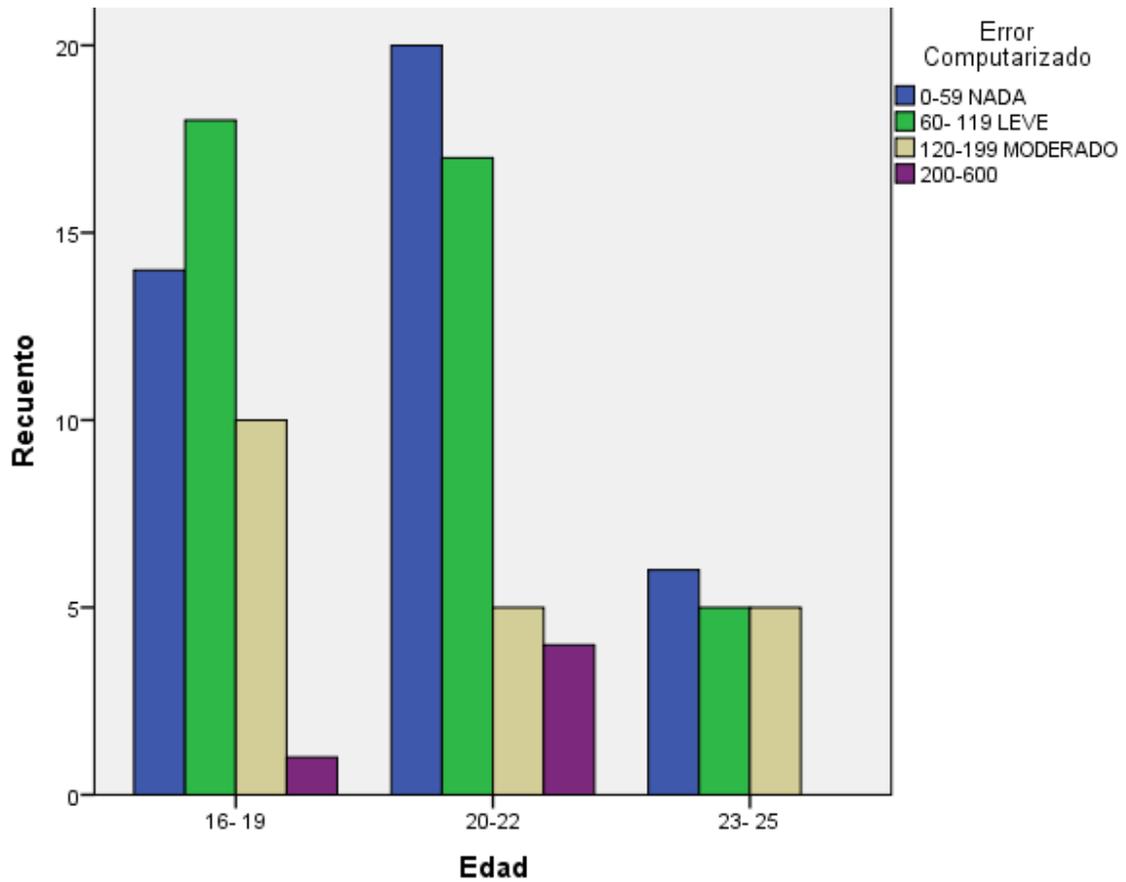


Figura 19.

Frecuencia del error como resultado del test computarizado relacionado con la edad.

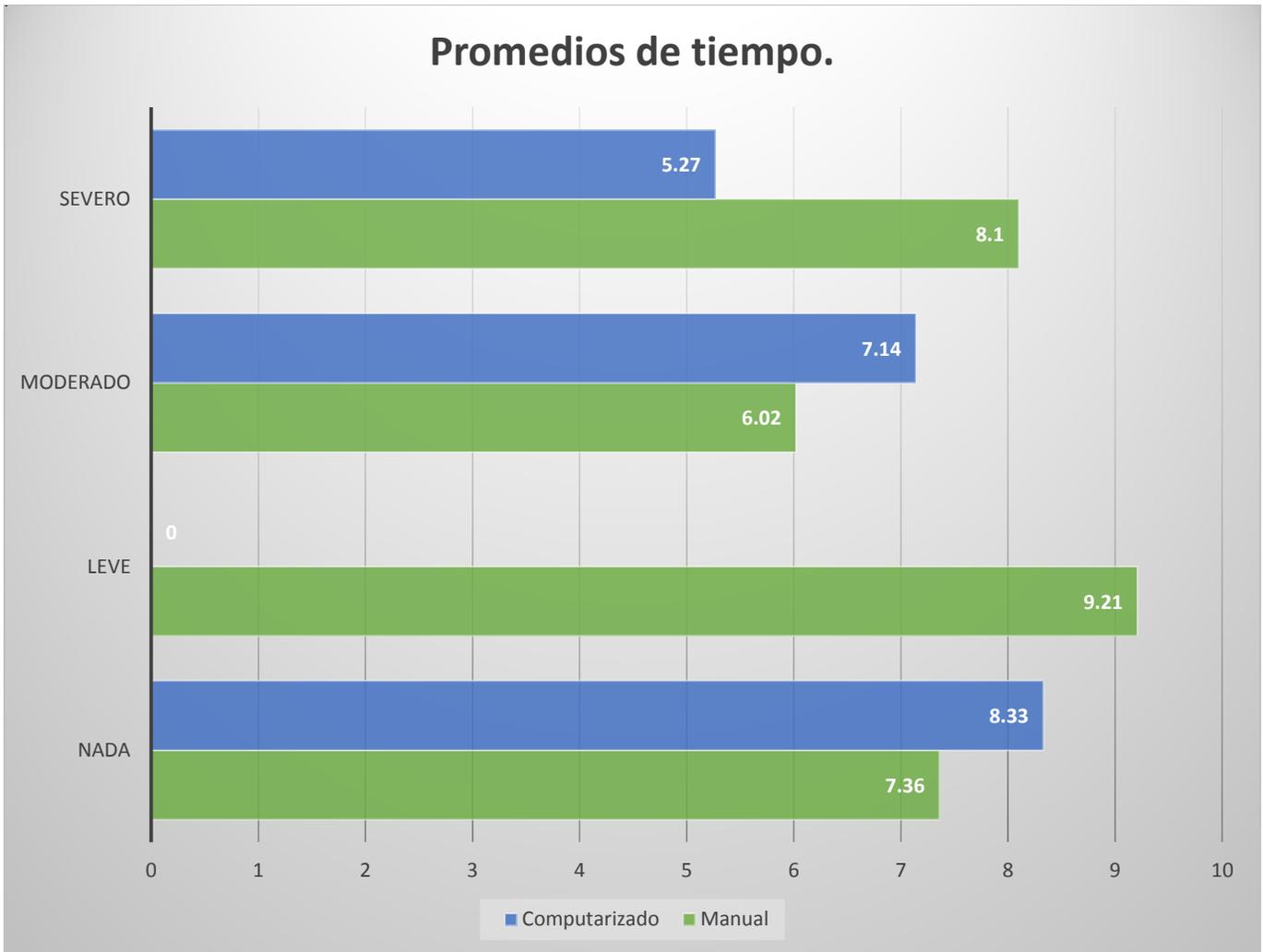


Figura 20.

Promedio de Resultados ambos test según tiempo.

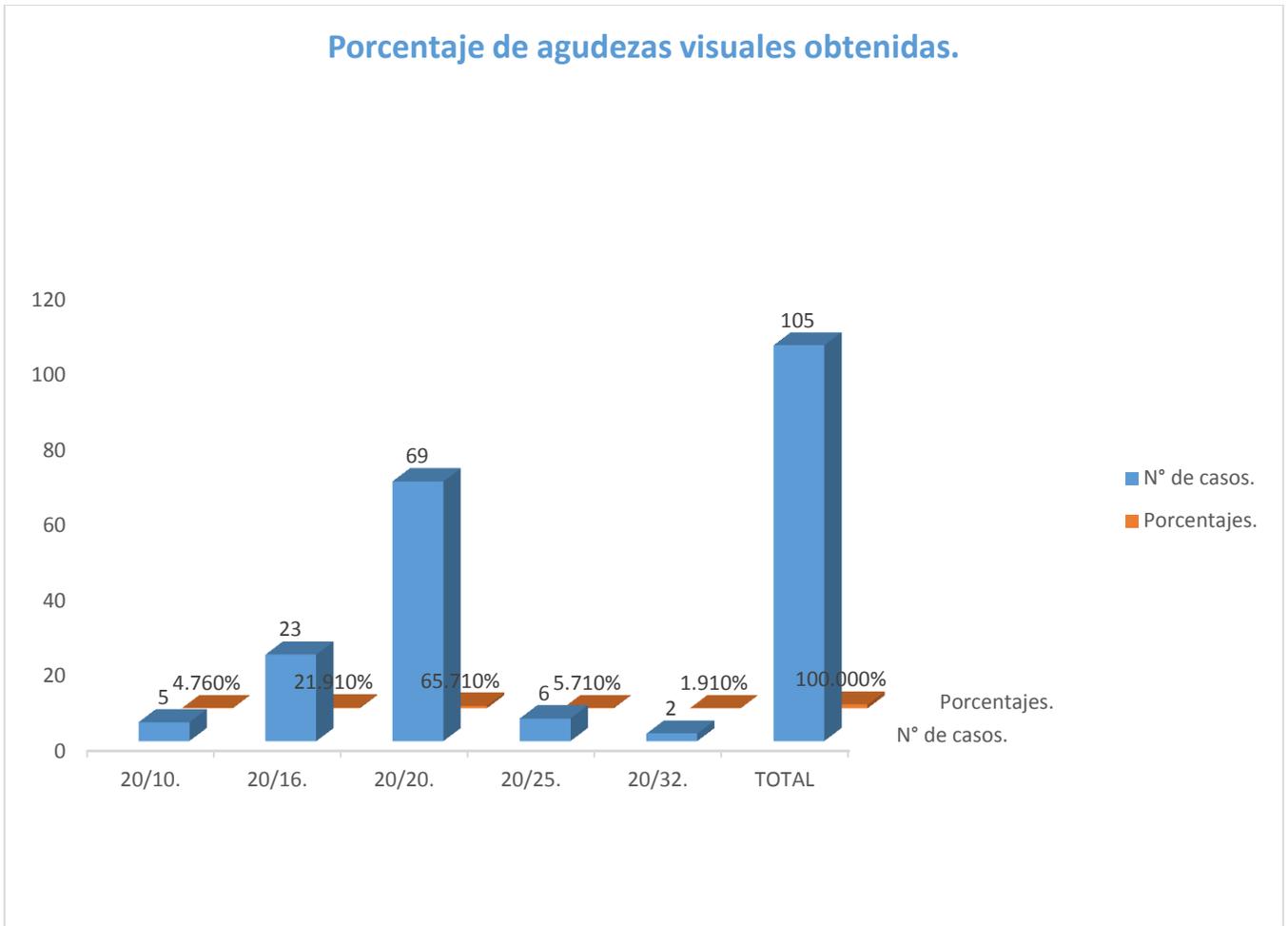


Figura 21.

Cálculo del porcentaje de las agudezas visuales según la clasificación.

Lensometria

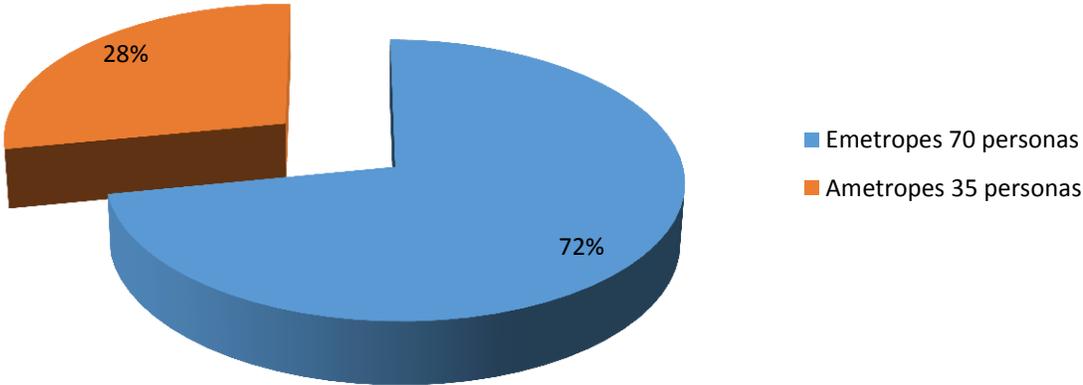


Figura 22.

Porcentaje de clasificación de afectación refractiva.

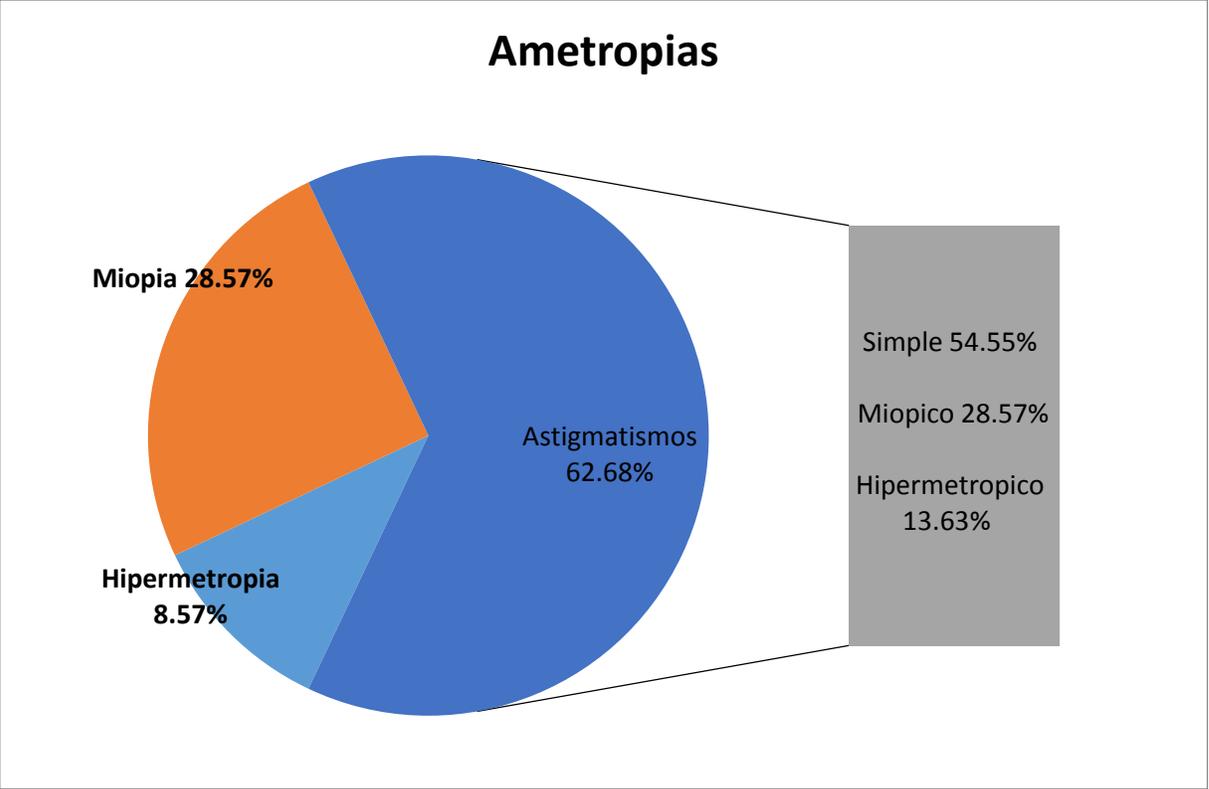


Figura 23.

Cálculo del porcentaje de los estados refractivos según la lensometría.



Figura 24.

Frecuencia y Porcentaje según la preferencia de test por cada sujeto.