

## **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**VARIACIONES EN LA AGUDEZA VISUAL TOMADA CON DIFERENTES  
OPTOTIPOS EN ESTUDIANTES DE OPTOMETRIA DE CUARTO SEMESTRE  
EN EL 2013 -2014.**

**Jesús Arturo Hernández Sierra**

**Proyecto de grado para optar al título de Optómetra**

**Directora**

**Martha Lucia Silva Mora**

**MSc. Epidemiología UIS**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División Ciencias de la salud**

**Facultad de Optometría**

**2017**

## Contenido

<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>11</b>
1.1 Objetivo General.....	13
1.1.1 Objetivos Específicos .....	13
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>13</b>
2.1 Agudeza visual.....	14
2.1.1 Factores que condicionan la agudeza visual.....	14
2.1.1.1 Especificación del estímulo.....	14
2.1.1.2 Difracción. ....	15
2.1.1.3 Aberraciones.....	15
2.1.1.4 Dispersión.....	16
2.1.1.5 Absorción. ....	16
2.1.1.6 Factores del foco.....	16
2.1.2 Elementos anatómicos que condicionan la agudeza visual .....	17
2.1.2.1 Defecto refractivo.....	17
2.1.2.2 Excentricidad retiniana. ....	17
2.1.2.3 Luminancia. ....	18
2.1.2.4 Contraste.....	18
2.1.2.5 Tamaño de la pupila. ....	19
2.1.2.6 Duración de la exposición. ....	20

2.1.2.7	Movimientos del ojo y del objetivo.....	20
2.1.2.8	Variación de la agudeza visual con la edad.....	21
2.1.3	Criterios de agudeza visual.....	22
2.1.3.1	Mínimo visible.....	22
2.1.3.2	Mínimo separable.....	23
2.1.3.3	Poder de alineamiento.....	23
2.1.3.4	Mínimo discernible de desplazamiento.....	24
2.1.3.4	Mínimo discernible de extensión.....	24
2.1.4	Determinación de la agudeza visual ordinaria [mínimo ángulo de resolución].....	24
2.2.	Determinación de la agudeza visual.....	25
2.2.1	Según su concepto, o agudeza ligada a:.....	26
2.2.2	Según las condiciones de luminosidad.....	26
2.2.3	Según el número y disposición de los optotipos:.....	26
2.2.4	Según la zona retiniana explorada.....	27
2.2.5	Según su corrección óptica.....	27
2.2.6	Según la visión de uno o de los dos ojos.....	27
2.2.7	Según la distancia del objeto fijado.....	28
2.2.8	Según la intervención psíquica del sujeto.....	28
2.2.9	Según el estado de reposo o movimiento del optotipo.....	28
2.2.10	Según el color del optotipo.....	28
2.3.	Optotipos.....	29
2.3.1	Historia de los optotipos.....	29

Variación agudeza visual en universitarios	4
2.3.2 Principio fisiológico de los optotipos	30
2.3.3 Clasificación de los optotipos y pruebas de visión	31
2.4 Técnica para medición de agudeza visual	33
2.4.1 Procedimiento para el examen en visión lejana	33
2.4.2 Conversión de agudeza visual Snellen a LogMar	34
2.5 Caracterización de pruebas diagnósticas	35
2.6 Marco Legal	36
<b>3. Método</b>	<b>37</b>
3.1 Selección y descripción de Participantes	38
3.2 Estadísticas y tratamientos de los datos	40
3.2.1 Análisis Crítico del Protocolo	41
3.3 Información Técnica	43
3.3.1 Procedimiento de investigación	44
3.4 Implicaciones Bioéticas	45
<b>4. Resultados</b>	<b>47</b>
<b>5. Discusión</b>	<b>55</b>
<b>6. Conclusiones</b>	<b>58</b>
<b>7. Recomendaciones</b>	<b>59</b>
<b>Referencias</b>	<b>60</b>
<b>Apéndices</b>	<b>64</b>
Apéndice A. Niveles de agudeza visual en escala LogMAR	64
Apéndice B. Modelo formato identificación y selección de participantes	65

Apéndice C. Modelo formato Recolección de la Información ..... 66

**Lista de tablas**

	Pág.
Tabla 1. <i>Descripción de las variables</i> .....	40
Tabla 2. <i>Plan de análisis univariado</i> .....	41
Tabla 3. <i>Resultados de AV con optotipo de letras en OD, OI y AO en escala Snellen</i> .....	49
Tabla 4. <i>Resultados de AV con optotipo de números en OD, OI y AO en escala Snellen.</i> .	50
Tabla 5. <i>Resultados de AV con optotipo de figuras en OD, OI y AO en escala Snellen</i> .....	51
Tabla 6. <i>Distribución del promedio de los optotipos utilizados en la población estudio</i> ....	53
Tabla 7. <i>Resultados de las tomas de AV monocular y binocular con los tres optotipos.</i> .....	54

**Lista de figuras**

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Tamaños de los optotipos: <a href="http://saludvisual.info/">http://saludvisual.info/</a> [internet] salud visual: 2007 disponible en: <a href="http://saludvisual.info/examen-visual/cartilla-de-snellen/">http://saludvisual.info/examen-visual/cartilla-de-snellen/</a> . ....	30
<i>Figura 2.</i> Optotipo de letras y números.....	32
<i>Figura 3.</i> Optotipo de E direccional y de figuras. ....	32
<i>Figura 4.</i> Flujograma de selección de los participantes. ....	39
<i>Figura 5.</i> Optotipo utilizados para la toma de AV en visión lejana en el proyecto. ....	45
<i>Figura 6.</i> Distribución por edad de la población estudiada.....	47
<i>Figura 7.</i> Distribución de los optotipos utilizados. ....	55



## Apéndices

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Niveles de agudeza visual en escala LogMAR .....	64
Apéndice B. Modelo formato identificación y selección de participantes .....	65
Apéndice C. Modelo formato Recolección de la Información .....	66

## RESUMEN

Las variaciones dadas con los resultados de los diferentes optotipos pueden desencadenar errores al momento de evaluar los cambios en la visión, cuando en diferentes momentos se realiza la toma de agudeza visual con optotipos diferentes, al tener un mal resultado se podrá cometer errores en el diagnóstico, no se tendrá un seguimiento ni buena correlación de datos en la historia clínica. **Objetivo:** Establecer si existe variación de la AV con los optotipos de letras, números y figuras en los estudiantes matriculados en el área de neurofisiología visual. **Método:** Se realizó un estudio observacional descriptivo con el 100% de los formatos diligenciados en el laboratorio de AV de la materia de Neurofisiología visual en los años 2013 y 2014, que tenían registro de AV completos con o sin corrección óptica. **Resultados:** Prevalció el sexo femenino (90%), con edades entre 19 y 49 años. Para la visión monocular la mediana de la AV fue 0,0000 (20/20) para los optotipos de letras y números y disminuyó 0,0545 (20/25) para el de figuras este valor de AV se mantuvo en visión binocular para el optotipo de letras y números y para el de figuras disminuyó 0,0969. El rango de AV con el optotipo de letras fue 1,3010 el de números 1,3012 y figuras 1,1249. **Conclusiones:** Los valores de AV con optotipo de figuras son diferentes en comparación con los optotipos de letras y números. Mediana de la AV para optotipo de números y figuras 0,0000 y  $p = 0,2854$ , por lo tanto no existe diferencia.

**Palabras claves:** Agudeza visual, optotipos, validez de las pruebas.

### ABSTRACT

Variations given to the results of different optotypes can trigger errors when evaluating changes in vision, when at different times making visual acuity with different optotypes is done by having a bad result may make mistakes in diagnosis not tracked or good correlation data in the medical record will have. **Objective:** To establish whether there is variation AV optotypes with letters, numbers and figures students enrolled in the area of visual neurophysiology. **Method:** A descriptive study was conducted with 100% of the forms filled out in the laboratory of AV matter of visual neurophysiology in 2013 and 2014, they had complete AV record with or without optical correction. **Results:** He prevailed females (90%), aged between 19 and 49 years. For monocular vision AV median was 0.0000 (20/20) for the optotypes of letters and numbers and decreased 0.0545 (20/25) figures for this value AV remained in binocular vision for the optotipo of letters and numbers and figures decreased to 0.0969. AV range with optotipo the letter was 1.3010 1.3012 numbers and figures 1.1249. **Conclusions:** The values of AV optotipo figures are different compared to optotipos of letters and numbers. Median numbers AV optotype and figures 0.2854 and  $p = 0.0000$  therefore there is no difference.

Keywords: visual acuity, optotypes test validity.

## 1. Introducción

La agudeza visual [AV] se define como la capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos puntuales separados por un ángulo de un minuto de arco (1). La AV se evalúa con cartillas denominadas optotipos, las cuales están compuestas por imágenes cuyo tamaño varía dependiendo de la distancia a la cual debe ser vista la imagen, y las imágenes utilizadas pueden ser letras, números o figuras. La selección de cual tipo de optotipo utilizar para la evaluación de la AV depende de las características de edad y escolaridad del evaluado. Sin embargo hay que tomar en cuenta que la agudeza visual depende fuertemente del tipo de detalles que se pretenda distinguir (1).

En el inicio de la práctica clínica, se emplearon los optotipos de Snellen que se pueden utilizar para diferentes tipos de personas porque poseen detalles distintos en las diferentes cartillas. Su principal característica es que cada letra o figura puede inscribirse en un cuadro cinco veces mayor que el grosor de la línea con la que está trazada. Los optotipos de Snellen disponibles en el mercado tradicionalmente son de letras, de números y figuras (1).

En la práctica clínica diaria es usual evaluar la AV de lejos con optotipos de Snellen, y es de importancia cuestionar si los resultados obtenidos son confiables y comparables con los obtenidos con los diferentes diseños de optotipos, para emitir el diagnóstico acertado y poder evaluar la significancia de los cambios si estos se presentan cuando las tomas son realizadas con diferentes diseños; por las diferentes características en la construcción y factores que puedan afectarla por el tipo de diseño empleado.

Las optotipos de Snellen presentan una serie de inconvenientes en la fabricación dado que la progresión en el tamaño de la letra es diferente entre niveles adyacentes, además de los espacios de niveles y el número de letras por nivel.

Es importante conocer el desempeño de los optotipos, para poder establecer que los resultados que arrojan los diferentes diseños son intercambiables. Por esto se requiere saber las características operacionales de los diferentes optotipos y así, poder establecer si las diferencias en los resultados son debidas a la capacidad para discriminar entre personas con alteración o sin alteración, de cada uno de ellos; conocer si los diferentes diseños pueden ser lo más exactos posibles debido a que este tipo de procedimientos puede detectar precozmente aquellos trastornos que pueden afectar la imagen visual y prevenir a que pueden traer importantes implicaciones para las personas, para su familia y la sociedad.

En el poder obtener este conocimiento inicialmente se plantea la apreciación de la AV en estudiantes de 4 semestres en la asignatura de neurofisiología ocular, los que se pretende encontrar la relación entre los resultados de agudeza visual evaluada con los diferentes diseños de optotipos Snellen; dando respuesta a la pregunta: ¿Cuáles son las diferencias en los valores de la toma de agudeza visual con diferentes optotipos en estudiantes de 4 semestre de optometría en el 2013 y 2014?

Teniendo en cuenta que para determinar la AV en la población colombiana las cartas de Snellen por tradición es la más empleada comúnmente por los profesionales de la salud visual y ocular. Estas cartas de Snellen son usados con todos los pacientes ya sean niños, adolescentes o adultos.

Por todo lo anterior indica que la población beneficiada en el estudio, es principalmente el paciente que asiste a una valoración visual que de manera esencial es objeto de la práctica clínica y al que se debe realizar una buena toma de AV, y adicionalmente, la comunidad científica, especialmente los profesionales en optometría, quienes tendrán una herramienta más para la valoración de la agudeza visual a sus pacientes.

## **1.1 Objetivo General**

Identificar diferencias en la medida de agudeza visual obtenida con optotipos de letras, números y figuras, en estudiantes matriculados en la asignatura neurofisiología ocular entre el 2013 y el 2014.

### **1.1.1 Objetivos Específicos**

- Determinar características socio demográficas de la población de estudio.
- Establecer las agudezas visuales correspondientes en Snellen y log MAR.

## **2. Marco teórico**

El marco teórico de esta investigación busca proporcionar al lector una idea más clara de la temática que se aborda a través de conceptos básicos, de la sustentación de ideas e investigaciones y puntos de vista de diferentes investigadores.

## **2.1 Agudeza visual**

El término de agudeza visual [AV] hace referencia al límite espacial de discriminación visual. Se trata sin duda de la medida más importante de la integridad funcional del aparato biológico al que se dedican los profesionales implicados en la asistencia ocular (2).

### **2.1.1 Factores que condicionan la agudeza visual.**

Las medidas de agudeza visual varían mucho en función de las condiciones de observación. Así, los resultados no pueden ser confiables por múltiples factores los cuales pueden ser: especificación del estímulo, difracción, aberraciones, dispersión, absorción, factores del foco.

#### ***2.1.1.1 Especificación del estímulo.***

Los receptores de la retina no están expuestos directamente a la luz de los objetos, si no a la distribución de la energía en la imagen formada por el sistema óptico del ojo. De la luz que se origina en cualquier objeto, solo el haz que atraviesa la pupila condiciona la imagen

retiniana. Cualquier rayo originado en un objeto que atraviesa la pupila estará en la imagen retiniana. Aquel que se origina en el objeto y atraviesa la pupila en su parte central se denomina rayo principal porque identifica el centro del haz de luz de un objeto determinado. La hendidura pupilar se sitúa unos 3 mm por detrás del vértice corneal (2).

#### ***2.1.1.2 Difracción.***

Según la teoría ondulatoria de la luz, la limitación de la apertura causa difuminación de la luz, incluso en un sistema enfocado completamente. Siempre que el diámetro pupilar sea menor de 2mm, la difuminación real de la imagen equivale a la imagen de difracción y, en general, se pueden ignorar los demás factores (2).

#### ***2.1.1.3 Aberraciones.***

Las aberraciones esféricas del ojo obran de una manera clara en la disminución de la agudeza visual periférica. Esta disminución es debida también al menor número de conos en la retina periférica (3). Los rayos que atraviesan la pupila por su región periférica no convergen en el punto geométrico de la imagen, lo que contribuirá a difuminar la luz de la imagen más que la difracción. Cuando el diámetro pupilar supera los 5mm la difuminación suele aumentar porque las regiones periféricas de la córnea y el cristalino suelen sufrir aberraciones ópticas y contribuyen en gran medida a la luz total que entra en el ojo (2).



#### ***2.1.1.4 Dispersión.***

Dadas las características microscópicas y ultramicroscópicas de los medios transparentes del ojo, se produce una dispersión de la luz cuando atraviesa el ojo desde la córnea a la retina. Su efecto puede ser muy amplio, dispersando la luz procedente de un haz incidente estrecho sobre una porción considerable de la retina (2).

#### ***2.1.1.5 Absorción.***

Los medios oculares no son transparentes a la luz de una forma uniforme. En general, cuando más corta sea la longitud de onda de la luz que entra, menor proporción de la misma llega a los receptores de la retina (2).

#### ***2.1.1.6 Factores del foco***

La agudeza visual se encuentra disminuida en las ametropías, y esta es la causa más frecuente de las vivitas que recibe el oftalmólogo (3). Las personas tienen una acomodación activa y no siempre se puede asumir que la capacidad de acomodación es la adecuada para la distancia al estímulo. Esto presenta un problema, sobre todo cuando no se dispone de objetos de bordes nítidos para mantener la acomodación (2).

### **2.1.2 Elementos anatómicos que condicionan la agudeza visual**

El valor de la agudeza visual de un objeto está representado por aquella magnitud cuando el test es observado en el límite de su visibilidad (3). Cuando el paciente tiene la agudeza visual normal, todos los elementos anatómicos, fisiológicos y ópticos estarán funcionando a su rendimiento máximo o cerca del mismo, de forma que cualquier alteración en su función se traducirá en una disminución de la agudeza visual (2). El tamaño de la imagen retiniana el tamaño de la imagen retiniana es directamente proporcional al tamaño real del objeto visto, e inversamente proporcional a la distancia de este objeto al ojo (2).

#### ***2.1.2.1 Defecto refractivo.***

En cuanto se desenfoca la óptica del ojo, la función de punto-difuminación se ensancha y para poder reconocer dos estrellas como imagen separadas, estas tendrán que estar más alejadas entre ellas que en el estado de enfoque normal. Otra variable importante es el tamaño de la pupila. La profundidad del foco aumenta al reducir el tamaño de la pupila (2).

#### ***2.1.2.2 Excentricidad retiniana.***

La borrosidad de la imagen recibida depende no solamente de las imperfecciones del ojo como aparato óptico, y del número de conos por unidad de superficie, sino también de

las interacciones de las células de asociación (3). Las condiciones ópticas para una agudeza visual máxima solo se encuentran en el centro de la fovea. Solo con alejarse 1 grado de la misma se observa una reducción del 60% de este máximo. Se han obtenido datos sobre la disminución de la densidad de conos y células ganglionares según la excentricidad de la retina humana. La reducción de la calidad de la imagen en la periferia de la retina no es en absoluto tan importante como la reducción de la agudeza visual. Parece que la reducción de la agudeza visual y de la hiperagudeza con la excentricidad se produce a una velocidad distinta, pero ambas variables tienen valores mejores para un determinado ángulo de excentricidad en la corteza visual temporal que en la nasal (2).

#### ***2.1.2.3 Luminancia.***

La agudeza visual permanece constante dentro de un amplio rango de luminancias fotópicas, que van desde el nivel de la luna llena a la de un día soleado con cielo brillante. Las luminancias elevadas provocan una reducción inexplicada de la agudeza, incluso en zonas vecinas de luminancia moderada (2).

#### ***2.1.2.4 Contraste.***

Se entiende por contraste la diferencia existente entre los coeficientes de reflexión de la luz que presentan dos superficies vecinas iluminadas simultáneamente. Si dos puntos pueden ser discriminados sobre un fondo blanco, la distinción se hace mucho más

fácilmente si son negros que si son grises. Este hecho es debido a que, al aumentar el contraste, disminuye el ángulo de discriminación y, por tanto, aumenta la AV (3).

Cuando se reduce el contraste, se reduce la resolución. Este fenómeno se produce a lo largo de una amplia gama de niveles de luminancia retiniana. Aunque la agudeza estereoscópica también sufre mucho al reducir el contraste (2). El contraste de los test de agudeza visual sobre el fondo siempre es muy grande, pues se trata de un objeto negro sobre una superficie blanca. No ocurre lo mismo con los objetos contemplados ordinariamente, donde los contrastes son débiles. El contraste disminuye con la distancia. El contraste en los optotipos va asociado con la luminosidad del fondo y la luminosidad del optotipo. Los optotipos utilizados en la práctica tienen un contraste que se aproxima a la unidad, por tratarse de un objeto negro sobre un fondo blanco. Según las recomendaciones del consejo internacional de oftalmología [Budapest, 1972], la luminancia del fondo puede variar de 150 cd/m a 650 cd/m, por lo que debía ser adoptada una luminancia de 300 cd/m, a la vez que ser controlada por cualquier dispositivo adecuado, como puede ser una célula fotoeléctrica. Respecto al contraste, las recomendaciones que hizo el consejo internacional de oftalmología, se refieren a que la luminancia de los optotipos no debe sobrepasar el 10% de la del fondo (3).

#### ***2.1.2.5 Tamaño de la pupila.***

Hay que distinguir en el tamaño de la pupila las dimensiones extremas de midriasis y miosis. Cuando la pupila tiene un tamaño medio [3mm], este diámetro tiene escasa ocasión

sobre la agudeza visual, es decir, modifica muy poco las curvas de agudeza en función del contraste. Cuando la pupila está muy dilatada entran en juego todas las aberraciones del dióptrico ocular, así como fenómenos de difusión, por lo que la agudeza visual disminuye, además del deslumbramiento si la iluminación es fuerte. Si el tamaño pupilar es muy pequeño, la imagen será nítida, pero se producirán modificaciones importantes de la luminosidad de dicha imagen, por lo cual, con diámetros pequeños, las variaciones de luminosidad de los objetos repercutirán en gran manera sobre la agudeza visual, cosa que no ocurre con los tamaños pupilares médicos. La profundidad de campo aumenta cuando el diámetro pupilar disminuye (3).

#### ***2.1.2.6 Duración de la exposición.***

Aunque la reducción de la agudeza visual se produce de forma progresiva al reducirse la duración de la exposición en el orden de milisegundos, este fenómeno se puede anular aumentándola iluminación para garantizar una absorción de un número constante de cuantos (2).

#### ***2.1.2.7 Movimientos del ojo y del objetivo.***

Durante la fijación, el ojo no está completamente inmóvil, por lo que el concepto del reposo total del globo ocular durante la fijación no es más que aproximado. Estos pequeños movimientos oculares reciben la denominación de *micronistagmo*. El micronistagmo barre

de una manera constante la imagen retiniana, lo que hace cambiar sus propiedades, siendo un fenómeno muy importante para explicar las propiedades de percepción de dicha imagen. El micronistagmo hace que un punto luminoso no caiga continuamente sobre la misma célula visual, ni aun en aquellos casos en que el sujeto tiene la sensaciones que su ojo está completamente inmóvil. Un grupo de conos se pasea continuamente por la imagen retiniana, resultando de ello una renovación constante de dicha imagen y, merced a la rápida adaptación de cada célula visual, la capacidad de poder apreciar los débiles contrastes se hace mucho mayor con estos pequeños movimientos que si la imagen estuviese completamente inmóvil sobre la retina (3).

Durante los movimientos sacádicos se produce una reducción de ciertas funciones visuales, que también se produce, en general, tras un movimiento importante de la imagen retiniana. Cuando un objeto se mueve a una velocidad moderada, se puede inducir un movimiento de seguimiento ocular adecuado para conseguir una agudeza visual no muy distinta de lo normal (2).

#### ***2.1.2.8 Variación de la agudeza visual con la edad.***

Grandes es la variación que experimenta la agudeza visual en el curso de la existencia de un sujeto, dejando a un lado los distintos estados patológicos y las anomalías de refracción; pero los cambios de agudeza más intensos tienen lugar precisamente durante los primeros años de vida, en los que se puede calcular que aumentan casi 50 veces. Hasta los 6 o 7 años no es posible realizar con seguridad una determinación subjetiva de la agudeza

visual, y durante los primeros años solo es posible aplicar métodos objetivos basados en la provocación de un nistagmo optocinético. Entre los 10 y los 20 años, la agudeza visual sería máxima, valor que se mantendría hasta los 45 años, para iniciar un suave descenso a partir de esta edad y acentuarse la disminución a partir de los 60 años (3).

Como una buena agudeza visual depende de la integridad de diversas estructuras del ojo y de las vías visuales, cabe suponer que en los ancianos se produce algún deterioro y es raro que se mantengan normales. El ojo senil suele dispersar más la luz a nivel intraocular. Este fenómeno afecta la agudeza visual al reducir el contraste en las imágenes retinianas de objetos pequeños, lo que se puede convertir en un problema al tratar de detectar una pequeña característica tenue o de identificar letras oscuras contra un fondo brillante (2).

### **2.1.3 Criterios de agudeza visual.**

Dentro de la definición general de la agudeza visual, o sea, los umbrales en los que la variable es la dimensión espacial, se deben reconocer varias subdivisiones claras, que se pueden valorar mejor con una serie de criterios diferentes para medir la respuesta del observador (2).

#### ***2.1.3.1 Mínimo visible***

Es el más pequeño objeto diferenciable (3). En la visibilidad mínima participa la detección de la presencia de un estímulo visual, aunque la variación de este se realiza

manipulando el contraste del objetivo a través de la modificación de su tamaño (2). El test habitualmente utilizado es un círculo o un cuadrado. La medida del límite en el cual el test presentado sobre un fondo oscuro deja de ser percibido, expresa el umbral absoluto de percepción luminosa. Para que los objetos muy pequeños puedan ser percibidos por el ojo es necesario que sean luminosos, como en el caso de las estrellas, o las pequeñas partículas de polvo en un rayo luminoso. No debemos confundir el mínimo visible o discernible con el mínimo perceptible, que es un umbral absoluto de luminosidad. El punto mínimo varía considerablemente con el contraste ya que si la iluminación uniforme decrece, la visibilidad disminuye y la agudeza también (3)

#### ***2.1.3.2 Mínimo separable***

Es la más pequeña interrupción entre dos objetos. Se designa esta denominación la posibilidad de discernir los elementos constitutivos de un test y no simplemente de distinguir un test global con relación al fondo que lo rodea. El mínimo separable es lo que corrientemente se denomina agudeza visual. El mínimo legible estudia el poder separador del ojo para los caracteres alfabéticos (3).

#### ***2.1.3.3 Poder de alineamiento***

Se denomina poder de alineamiento a la facultad de poder discernir ligeras diferencias en el alineamiento de una recta o de poder distinguir las modificaciones en el paralelismo



en los bordes de una línea. El poder de alineamiento es diferente según la orientación de las líneas, siendo más agudo cuando las líneas son verticales. En lo que al niño se refiere el poder de alineamiento durante los primeros años de vida, en los que no es posible realizar un examen subjetivo presentan tan serias dificultades que hasta la fecha no se ha llegado a conocer los valores, por lo que se admite que esta facultad visual se desarrolló paralelamente a la del mínimo separable (3).

#### ***2.1.3.4 Mínimo discernible de desplazamiento***

Es otro elemento de la visión, que representa la percepción del más pequeño desplazamiento de un punto (3).

#### ***2.1.3.4 Mínimo discernible de extensión***

Es la más pequeña variación de una superficie que resulta perceptible para el ojo (3).

#### **2.1.4 Determinación de la agudeza visual ordinaria [mínimo ángulo de resolución]**

Se han utilizado diversos patrones para determinar el mínimo ángulo de resolución de un paciente. La principal característica de todos ellos es que se aumenta o reduce el tamaño de un patrón para encontrar el tamaño umbral que permita realizar determinaciones

correctas. La prueba más conocida es la tabla de Snellen. Para un observador normal con un enfoque óptimo, el límite de resolución oscila entre 30 segundos y 1 minuto de arco. La prueba se suele realizar aumentando el tamaño del patrón hasta conseguir su resolución. Para una distancia de observación de 6m, el tamaño global de la letra es 8,73mm y la hendidura mide 1,75mm. Si este valor se corresponde con el umbral del paciente [es decir, su mínimo ángulo de resolución es 1 minuto de arco], la agudeza visual se definirá como 6/6 o 20/20.

Las dos técnicas objetivas más importantes para medir el mínimo ángulo de resolución son los potenciales evocados y las respuestas oculomotoras.

La técnica de los evocados se basa en la presentación de un patrón espacial diferenciado al sujeto, midiendo los cambios que determina en el electroencefalograma.

Los movimientos de seguimiento y optocinéticos del ojo se producen al mover el objetivo y suelen tener un componente voluntario escaso o nulo. También en este caso, un objeto demasiado pequeño como para permitir su diferenciación espacial no debería generar movimientos oculares, lo que da un buen principio para medir la agudeza visual (2).

## **2.2. Determinación de la agudeza visual**

Resulta necesaria una clasificación según sus variedades o forma de determinarla

### **2.2.1 Según su concepto, o agudeza ligada a:**

La más pequeña superficie perceptible o mínimo visible, La más pequeña laguna que es visible entre dos puntos o mínimo separable, Poder de alineamiento o mínimo discriminable de alineamiento [agudeza vernier]. Mínimo legible, o poder separador del ojo para los caracteres alfabéticos.

### **2.2.2 Según las condiciones de luminosidad.**

Agudeza visual fotópica es la percepción visual que se produce con niveles de iluminación diurnos, a plena luz del día.

Agudeza visual mesópica es la visión comprendida entre los niveles de luminancia de 0.05 a 3 lux, es el tipo de visión empleada en condiciones de luz artificial donde actual conos y bastones.

Agudeza visual escotópica es la percepción visual que se produce con unos niveles de iluminación muy bajos. La agudeza visual es muy baja y la recepción de la luz se realiza principalmente con los bastones de la retina (3).

### **2.2.3 Según el número y disposición de los optotipos:**

Agudeza visual angular o determinada por un solo optotipo, agudeza visual morfoscópica o determinada con los optotipos en línea

#### **2.2.4 Según la zona retiniana explorada**

Agudeza visual central: foveal o parafoveal, esto es a la agudeza evaluada cuando la persona fija con la fovea las letras situadas en el optotipo.

Agudeza visual periférica capacidad de localizar y reconocer estímulos visuales en un espacio que rodea a un determinado objeto que tenemos bajo fijación foveal (3).

#### **2.2.5 Según su corrección óptica**

Agudeza visual bruta, se refiere a la visión que tiene una persona sin ningún tipo de corrección óptica.

Agudeza visual con lentes correctoras se refiere a las ayudas que posee las personas para una mejor su calidad visual.

#### **2.2.6 Según la visión de uno o de los dos ojos**

Agudeza visual monocular, se refiere a la visión en cada ojo por separado, agudeza visual binocular o global se refiere a la visión con ambos ojos a la vez.

### **2.2.7 Según la distancia del objeto fijado**

Agudeza visual en visión lejana, o determinada a partir de los 5 o 6 metros, agudeza visual en visión próxima, o determinada a distancias de 25, 33, 40cm generalmente

### **2.2.8 Según la intervención psíquica del sujeto**

Agudeza visual subjetiva, es la que requiere de la colaboración y la atención del evaluado. Agudeza visual objetiva es la que no se necesita la respuesta del evaluado.

### **2.2.9 Según el estado de reposo o movimiento del optotipo**

Agudeza visual estática o con el optotipo fijo, agudeza visual cinética o con el optotipo en movimiento

### **2.2.10 Según el color del optotipo.**

Agudeza visual blanco y negro, agudeza a los diferentes colores (3)

## **2.3. Optotipos**

Se denomina optotipos a los objetos o figuras destinados a la determinación del valor de la agudeza visual (3).

### **2.3.1 Historia de los optotipos.**

La medición de la agudeza visual se realizaba ya en la edad media por los árabes, quienes utilizaban para su determinación una de las estrellas de la constelación de la Osa Mayor, la cual es vista doble por los individuos de agudeza visual normal.

Buffon y Meyer, en 1754, fueron los primeros en establecer una relación entre la agudeza visual y la iluminación, para lo cual trazaban una serie de líneas negras paralelas sobre un papel y buscaban a que distancia debía colocarse una vigía para que las rayas pudiesen ser contadas.

Jaeger publicó en 1854 una colección de veinte textos, en los cuales caracteres de impresión tenían tamaños progresivamente crecientes de un texto a otro. Casi al mismo tiempo Snellen y Giraudteulon crearon unas escalas optométricas formadas por letras mayúsculas, en ambas escalas habían adoptado como unidad de medida el ángulo de  $1'$ , lo que corresponde a una letra de  $5'$  de altura, y después modificadas, con aportaciones de orden secundario, por diferentes autores.

El consejo internacional de oftalmología creó un comité de optotipos, el cual se ha preocupado del acuerdo de adaptación de un sistema estándar de notación de la agudeza visual. (3).

### 2.3.2 Principio fisiológico de los optotipos

La agudeza visual es la facultad de percibir aisladamente los objetos que nos rodean y que es tanto más elevada cuando más nos permita discriminar objetos más próximos, lo que quiere decir que la agudeza visual está en razón inversa del ángulo desde el cual los objetos son vistos. Este ángulo llamado ángulo visual, es el que sirve para la medida de la agudeza.

Los diferentes trabajos de los investigadores dan un valor de  $1'$  al ángulo más pequeño [valor considerado como unidad], mediante el cual dos puntos pueden ser distinguidos, en este caso son líneas blancas y negras que miden  $1'$  de amplitud cada una (3).

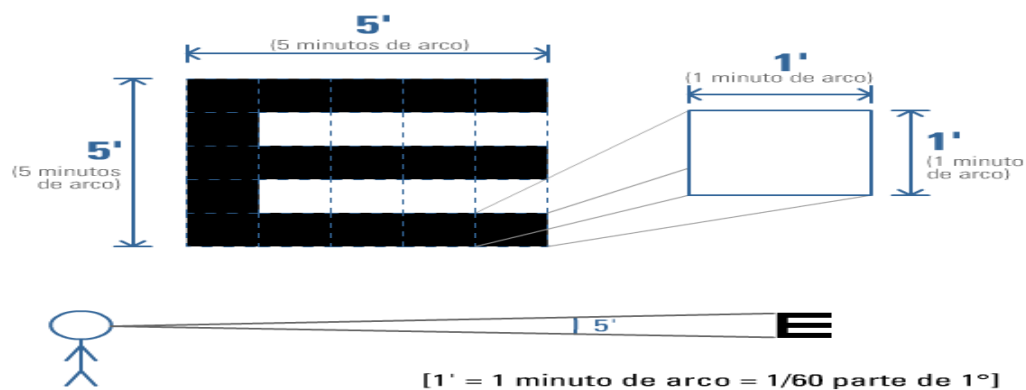


Figura 1. Tamaños de los optotipos: <http://saludvisual.info/> [internet] salud visual: 2007 disponible en: <http://saludvisual.info/examen-visual/cartilla-de-snellen/>.

### 2.3.3 Clasificación de los optotipos y pruebas de visión

En práctica conviene tener en el consultorio un juego variado de optotipos, para no verse sorprendido ante la llegada de un paciente que no responde a las pruebas convencionales.

Los optotipos se han diseñado para según el grado de alfabetismo de los pacientes en dos grandes grupos: optotipos para pacientes alfabetas y analfabetas.

- *Para pacientes alfabetas:* son optotipos con caracteres alfanuméricos que adoptan las características de la escala aritmética [Snellen] o la escala logarítmica [Bailey Lovie], que pueden contener letras y/o números. Los optotipos de letras están disponibles en todo tipo de caracteres; según las especificaciones de idioma y caracteres de cada país o región (4), [figura 2].

- *Para pacientes analfabetas:* se clasifican en dos tipos, los gráficos y los direccionales. Los primeros son diseñados específicamente para niños e incluyen figuras como casas, árboles y figuras geométricas. En el segundo grupo me encuentran la E direccional y la C de Landolt, en los cuales se evalúa la agudeza visual en función de la direccionalidad reportada por el paciente al indicar el sentido de orientación de las letras observadas (4) [Figura 3]



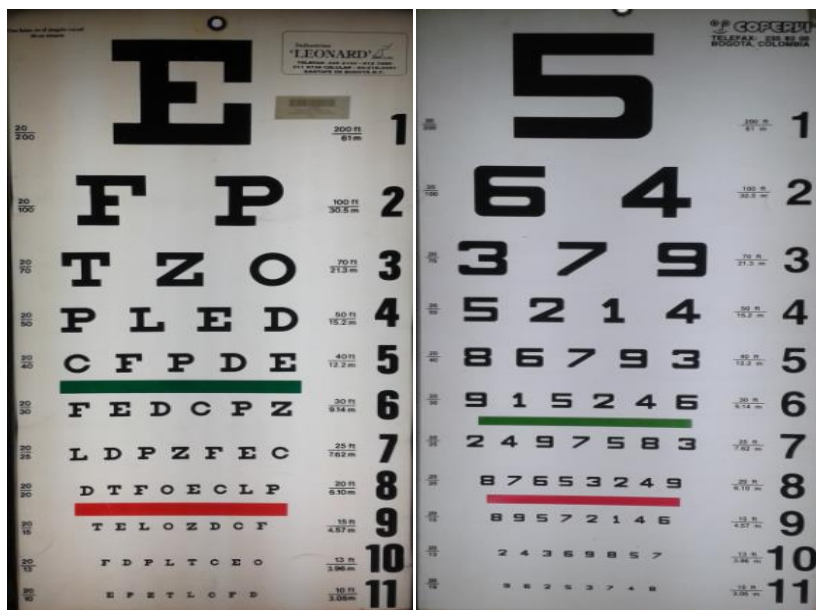


Figura 2. Optotipo de letras y números.

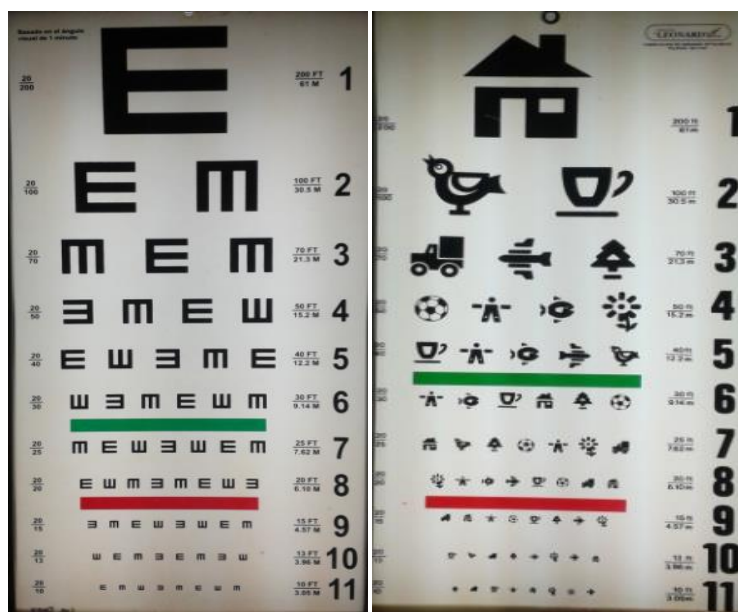


Figura 3. Optotipo de E direccional y de figuras.

## **2.4 Técnica para medición de agudeza visual**

Los datos de agudeza visual deben tener significancia clínica, corresponderse con la versión subjetiva del paciente respecto de su calidad visual y con las pruebas objetivas aplicadas para el optómetra, como la queratometría, refracción y examen subjetivo entre otras (4).

La técnica de medición de agudeza visual depende de los requerimientos de la consulta y se aplica bajo los siguientes parámetros: (a) rutinariamente se sugiere medir la agudeza visual en visión lejana y en visión próxima, señalando sus valores con las siglas VL y VP, respectivamente. (b) debe determinarse la agudeza visual de cada ojo en forma separada, aislando la visión de su homólogo con un oclisor, y registrar los datos de ojo derecho, izquierdo y ambos ojos con las siglas OD, OI y AO respectivamente. (c) si el paciente es usuario de RX, debe registrarse su valor sin corrección óptica [SC] y con corrección [CC], bien sea con anteojos o lentes de contacto, con el fin de determinar la eficacia de la fórmula, en función de agudeza visual. (d) si la agudeza visual se encuentra reducida por debajo de 20/50, debe aplicarse la prueba del agujero estenopeico, para confirmar o descartar un componente refractivo (4).

### **2.4.1 Procedimiento para el examen en visión lejana.**

- De acuerdo al grado de alfabetismos del paciente, se realiza la escogencia de la prueba.

- Al determinar la agudeza visual, se ubica el optotipo o pantalla de proyección a la distancia conveniente [preferiblemente 6 m] y se realiza el ajuste de la escala si es necesario, a la distancia del consultorio.
- Se ubicara el optotipo de forma que coincida con la línea visual del paciente, cómodamente sentado y su mirada de frente.
- Se cubre el ojo izquierdo con el oclisor
- Se pide Al paciente que inicie la lectura de las letras u objetos que se le indican en la cartilla en forma continua, comenzando con el nivel visual de 20/200.
- Se cubre el ojo derecho y se repite el procedimiento
- Finalmente, se retira el colusor y se pide al paciente que lea las letras u objetos de la cartilla con sus dos ojos bajo la misma rutina.
- Registrar la agudeza visual del paciente (4)

#### **2.4.2 Conversión de agudeza visual Snellen a LogMar.**

La notación Snellen es el método más habitual de expresar la medida de la agudeza visual. El número en el numerador equivale a la distancia de prueba entre el ojo y la escala empleada, expresada en pies. En el denominador se escribe la distancia para la que fue calculado el test, es decir, la distancia a la que una persona con la visión “normal” puede leer la misma figura. Otra expresión de agudeza visual es la notación LogMAR, es decir el logaritmo del mínimo ángulo de resolución [MAR], mientras que el MAR es el inverso de la fracción de Snellen (5).

Fórmula para ir de decimal a Logmar es:  $\text{Log [MAR]}$ . Por ejemplo: La agudeza visual de 20/40 es igual a un valor de 0.3010 y el  $\log 2 = 0.3010$  que sería el valor de la AV 20/40 en escala LogMAR cuando se lee toda la línea. (6)

En una línea de cinco letras cada letra tiene un valor de 0,02 unidades logarítmicas; de esta manera se puede anotar objetivamente el valor de la agudeza alcanzada dentro de una línea. Esto hace que la prueba tenga un alto grado de confiabilidad. Para calcular la agudeza visual logmar más el número de letras, número o figuras de cada nivel que el examinado fue capaz de observar de forma correcta se utiliza la siguiente fórmula:

$$AV = \log MAR + [E \times 0.02]$$

Donde "logMAR" es el logaritmo del mínimo ángulo de resolución para el máximo nivel alcanzado; "E" es el número de errores cometidos en el nivel (7).

## **2.5 Caracterización de pruebas diagnósticas**

Entendemos por prueba diagnóstica [PD] cualquier procedimiento para la obtención de información clínica en un paciente. La validez operativa es la propiedad de clasificar correctamente a los sujetos en el grupo clínicamente correspondiente. Entendemos por exactitud diagnóstica el grado de calidad de la información provista por la prueba diagnóstica (8).

Las características o prestaciones de las pruebas diagnósticas sirven de base metodológica para la toma de decisiones en la práctica clínica. Las pruebas diagnósticas:

- Deben ser expresadas en términos de variable o parámetro
- Muchas veces se debe establecer un valor umbral o punto de corte.

De esta manera se divide lo normal de lo patológico (8).

Dentro de las estrategias diagnosticas está en conformar un diagnostico o descartar el mismo; el primero es el valor de un resultado positivo. Un resultado positivo en una situación de alta prevalencia procedente de una prueba con alta especificidad tendrá un valor predictivo positivo muy elevado, con carácter confirmatorio. Siendo entonces el descartar un diagnostico un valor de un resultado negativo. Un resultado negativo en situaciones de baja prevalencia y procedente de pruebas con alta sensibilidad debe hacernos tender a descartar un diagnóstico (8).

La mejor manera de evitar sesgos o inexactitudes es exigir una gran calidad en el patrón de referencia o estándar; que los procedimientos de verificación de resultados de la prueba diagnóstica y del patrón de referencia sean independientes; que dichas comparaciones sean ciegas (8).

## **2.6 Marco Legal**

La realización de este trabajo se fundamenta en primera instancia en: la Ley 100 de diciembre de 1993 Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan

otras disposiciones. La ley 100 es el fundamento para todos los programas de promoción de la salud y prevención de las enfermedades.

- Ley 650 del 2011 de Colombia: Es el código de ética profesional del optómetra [Art. 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13 campos de aplicación] Representa la obligación que tiene el médico en salud visual de prestar atención al paciente sin limitación alguna, mostrando aptitud de apoyo, y brindando el tiempo adecuado para la realización de la consulta médica.
- Ley 372 de 1997 de Colombia: Hace referencia a la reglamentación de la optometría en Colombia [artículo 4- de las actividades] da información del cómo debe ser la práctica médica de los optómetras con sus pacientes, ofreciendo una consulta médica integral. Y permite el diseño y ejecución de proyectos de investigación con el fin de la rehabilitación de la función visual del paciente.

### **3. Método**

El desarrollo de este trabajo se enmarca dentro del área: Cuidado primario de salud visual y ocular desde el desarrollo de la optometría basada en evidencia; y a línea 1, correspondiente a la Evaluación de Pruebas Diagnósticas y ayudas pedagógicas, de la facultad de optometría de la Universidad Santo Tomás.

El trabajo apunta a ayudar a dar respuesta al objetivo número dos de la línea, que es determinar las características de aplicación de las pruebas diagnósticas utilizadas en la evaluación de la función visual y ocular, por tanto da respuesta al logro número tres que es

fundamentar el uso y aplicación de pruebas clínicas para el diagnóstico y evaluación de la función visual.

El estudio con el cual se abordará este tema es determinar las características de aplicación de las pruebas diagnósticas utilizadas en la evaluación de la función visual y ocular porque se evalúa las diferencias en los resultados de 3 tipos de prueba [optotipos].

Este proyecto de investigación es de tipo observacional porque no hay manipulación de la exposición por parte del investigador, es descriptivo porque se muestran datos obtenidos con cada prueba, transversal porque se mide el resultado en una sola vez en una población definida en este caso los estudiantes universitarios de optometría y retrospectivo porque es un estudio en el que se analizan datos ya tomados de formatos diligenciados en la asignatura de neurofisiología visual logrando comparar la agudeza visual entre los diferentes optotipos [Snellen, números, figuras].

### **3.1 Selección y descripción de Participantes**

La población objeto de este estudio fueron los estudiantes que se matricularon en la facultad de optometría de la Universidad Santo Tomás para cursar la materia de neurofisiología ocular entre los años 2013 y 2014.

No se realizó un cálculo de muestra por cuanto no hay estudios similares y por lo tanto se utilizó el 100% de los formatos diligenciados en el laboratorio de agudeza visual de esta materia, que cumplan con los criterios de selección; por lo tanto no aplica método de muestreo en la presente investigación.

Para la selección de los registros participantes se tomó en cuenta como criterios de inclusión:

- Registro de Estudiantes matriculados en la materia de neurofisiología los años 2013 y 2014, de cualquier edad y género
- Formatos con el registro de agudeza visual completo con o sin corrección óptica.

Los criterios de exclusión fueron:

- Registros de los estudiantes que no tengan la toma de AV con los tres optotipos.

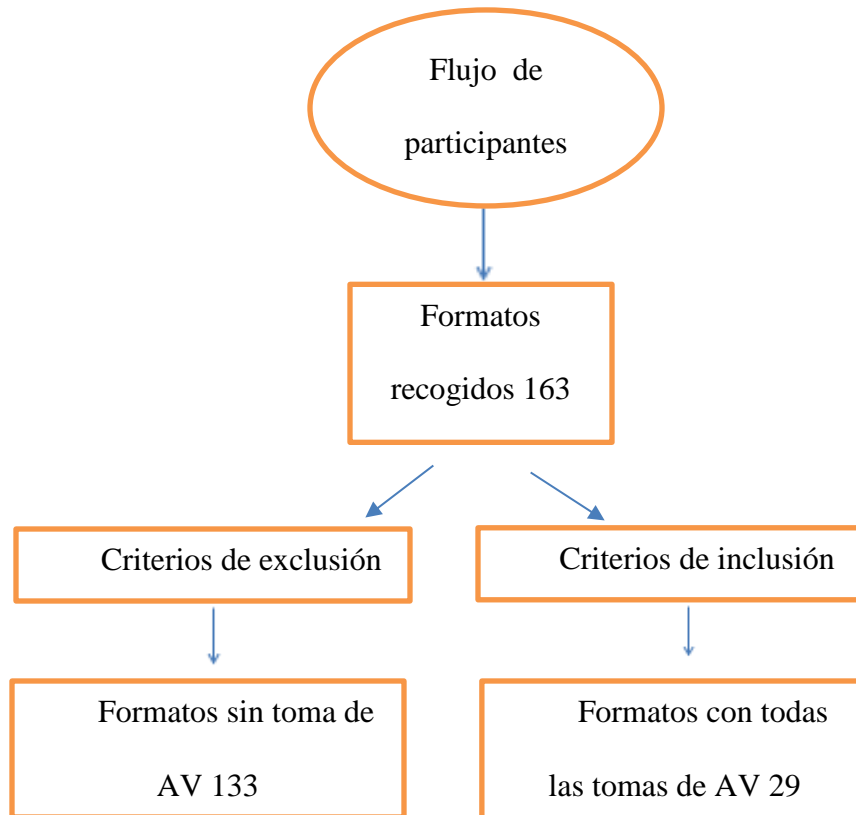


Figura 4. Flujograma de selección de los participantes.



### 3.2 Estadísticas y tratamientos de los datos

Para el desarrollo de este trabajo se tomaron variables socio demográficas como: edad, género y variables clínicas como el valor visual obtenido con las tres pruebas [Optotipos de: letras, figuras y números]. Estas se describen conceptual y operacionalmente en la [Tabla 1]. Y en la Tabla 2 se presenta una revisión detallada de la manera cómo se realizó el análisis univariado. Para el análisis bivariado se realizaron comparaciones entre las medidas de AV en escala logMAR con los tres optotipos mediante la prueba Wilcoxon RankSum, dada a distribución de la variable. La información fue registrada en una base de datos de Excel y al análisis se realizó en Excel y en Stata.

Tabla 1. *Descripción de las variables*

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional
Genero	Sistemas de creencias, actitudes, valores y expectativas de los hombres y de las mujeres. (9)	Femenino Masculino
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo (10)	Años cumplidos
Nivel visual	Capacidad de ver en detalle las cosas que nos rodean a una determinada distancia. (3) En la escala de LogMAR, la agudeza visual es el logaritmo decimal de tamaño angular, en minutos de arco, del detalle más pequeño reconocido por el sujeto (1)	Se tomara la AV con cada uno de los optotipos [letras, números y figuras] en escala Snellen y anotando el número de letras que ve de la última fila, y posteriormente se transformò a escala logMAR [Apéndice A]

Fuente: Silva-Mora ML. adaptado de guía de clase, taller recolección de la información.

Tabla 2. *Plan de análisis univariado*

<b>Variable</b>	<b>Tipo/ Nivel de Medición</b>	<b>Medidas de Resumen-Estadística a Usar</b>	<b>Graficas a Usar</b>
<b>Sexo</b>	Cualitativa-Nominal-Dicotómica	Distribución de frecuencia	Diagrama sectorial
<b>Edad</b>	Cuantitativa-Razón –Discreta	Medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión dependiendo de la distribución	Histograma
<b>Nivel visual</b>	Cualitativa Ordinal	Distribución de frecuencia	Diagrama de barras
	Cuantitativa razón continua	Medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión dependiendo de la distribución	Diagrama de cajas

### 3.2.1 Análisis Crítico del Protocolo.

Todo proyecto de investigación, está sujeto a cierto margen de error, el cual se conoce como sesgo. Estos pueden ser sesgos de selección, información y/o confusión. Los sesgos se modifican dependiendo del tipo de diseño; por lo que será muy importante conocer cuáles son las fuentes principales y los diferentes métodos que pueden ser utilizados para minimizar su impacto en los resultados.

Este estudio retrospectivo tiene la ventaja de averiguar el índice de prevalencia en un área o institución, pero están sujetos a sesgos de selección cuando la prevalencia del evento es muy pequeña, además cuando los participantes potenciales conocían la condición de la exposición y/o enfermedad afecta la participación en el estudio (12).

Generalmente estudian una o muy pocas variables y son inapropiados para medir variables intermedias o modificadas en el tiempo (12).

La información fue digitada en una hoja de cálculo de EXCEL y el análisis de datos fue realizado en EXCEL y en EPIDATA.

Todos los resultados derivados de estudios observacionales están potencialmente influenciados por este tipo de sesgos (13). Para evitar el sesgo se revisó la bibliografía existente para visualizar posibles confusores encontrados en otros estudios.

Los estudios transversales tienen como ventaja ser eficientes para el estudio de la prevalencia en una población, son poco costosos y se puede estimar la prevalencia del evento y como limitación la relación causa efecto no siempre es verificable además de los problemas para definir y medir la exposición.

El estudio de evaluación de pruebas diagnósticas tiene como ventaja el determinar la sensibilidad y la especificidad de la prueba diagnóstica que informa de su validez antes de conocer el resultado. Una vez conocido el resultado de la prueba, son los valores predictivos los que informan sobre la probabilidad de lo que se está estudiando para poder valorar la validez de una prueba diagnóstica es preciso comparar sus resultados con los de un patrón de referencia en una serie de pacientes. El patrón de referencia empleado tiene que contar con una validez contrastada o, al menos, aceptada por consenso. La utilización de un patrón de referencia defectuoso puede introducir sesgos en las estimaciones de validez de la prueba diagnóstica. (12) Las limitaciones de los estudios de evaluación de pruebas diagnósticas son: No siempre se encuentra información válida, relevante o aplicable a nuestro entorno clínico, la información que disponemos sobre la validez de pruebas diagnósticas proceden de estudios realizados en nuestra población por tanto, las estimaciones obtenidas en dichos estudios están sujetas a variabilidad aleatoria (por lo que

les son aplicables intervalos de confianza) y si los estudios han sido diseñados incorrectamente, a sesgos. (14)

Teniendo en cuenta que el estudio es observacional, descriptivo y transversal se considera que existen los siguientes sesgos:

- **Sesgo de Selección:** Es poco probable que se presente este sesgo por cuanto se utilizaron el 100% de los registros que cumpla con los criterios de selección, sin embargo la información recolectada será aplicable únicamente a estudiantes universitarios de optometría.
- **Sesgo de información:** se puede presentar por la calidad de la información registrada que no depende del investigador, para evitarlo y teniendo en cuenta que se encuentra registrada la AV en pies será el investigador quien calcule el valor del nivel visual teniendo en cuenta los valores del anexo A. Además se tendrán en cuenta solo los formatos en donde este registrado la agudeza visual con los tres tipos de optotipos.
- **Sesgo de confusión:** Los posibles confusores de este estudio podrían ser el nivel de iluminación para lo cual se tuvo en cuenta que los valores de iluminación fueran semejantes en todas la tomas, y se tuvo en cuenta solo los formatos en donde estaba registrado la agudeza visual con los tres tipos de optotipos, como ya se dijo.

### **3.3 Información Técnica**

Para la recolección de datos fue necesario la creación de dos formatos uno de identificación y otro de información con el fin de agrupar la información de manera clara y precisa. Dichos formatos se muestran en los apéndices B y C.

*Formato de identificación de pacientes:* Esta hoja se usó para recoger información importante acerca del paciente datos personales como nombre, edad, género etc... además de permitir un manejo de los datos del paciente respetando su privacidad [Apéndice B].

### **3.3.1 Procedimiento de investigación.**

Para el desarrollo del trabajo de investigación: "Variaciones en la Agudeza visual tomada con diferentes optotipos en estudiantes universitarios" es necesario aclarar que la información correspondiente a la toma de la agudeza visual con los tres optotipos de Snellen en visión lejana a estudiantes de optometría en la asignatura de neurofisiología ocular, se encontraba registrados en los formatos utilizados para el desarrollo del taller respectivo. Por lo cual estos registros son la materia prima para el presente estudio. [Figura 5]

Para determinar estas variaciones se hace necesario realizar un análisis de los registros realizados; para ello se desarrolló el siguiente procedimiento:

- Separar los formatos diligenciados en el área de neurofisiología ocular que cumplen los requisitos de inclusión del proyecto de investigación.
- Se calculó la agudeza visual en escala LogMar con base a la escala Snellen [Apéndice A] que se encontraba en los formatos.

- Luego de haber identificado los formatos se transcribieron los datos al formato de identificación de los participantes del proyecto [Apéndice B] y de recolección de la información [Apéndice C].
- Luego de haber transcrito todos los resultados al formato de identificación del paciente se procedió a realizar el análisis de estos datos según lo propuesto en el plan de análisis presentado en el apartado anterior para así definir si hay diferencia entre la agudeza visual tomada con los optotipos de letras, números y figuras de Snellen.

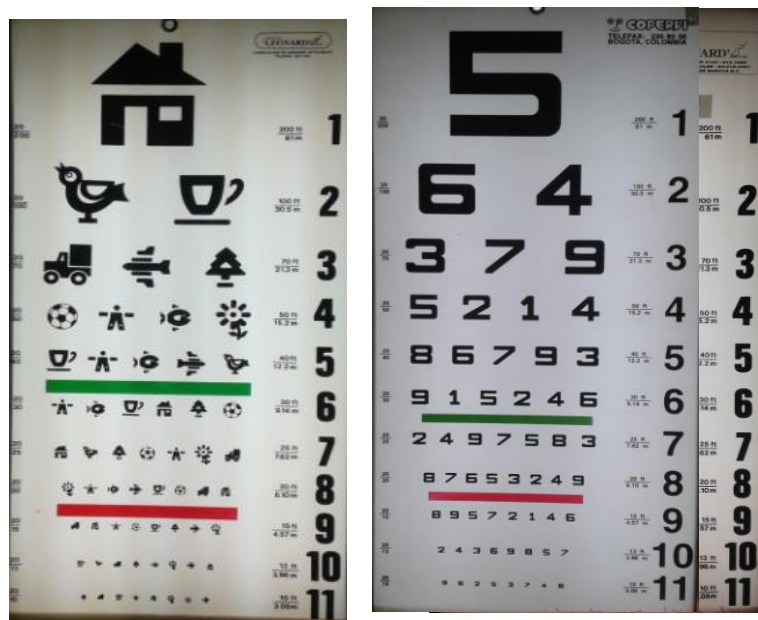


Figura 5. Optotipo utilizados para la toma de AV en visión lejana en el proyecto.

### 3.4 Implicaciones Bioéticas

De acuerdo a la resolución 008430 1993 y teniendo en cuenta las características de esta investigación se clasifica el presente estudio como una Investigación sin riesgo, puesto que es un estudio retrospectivo y en el que no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en este estudio.

Para el cumplimiento de la resolución y en cumplimiento de los aspectos relacionados con el capítulo V de las investigaciones en grupos subordinados, este proyecto se desarrolló conforme a lo establecido en el artículo 46 de la misma resolución y siguiendo estos criterios:

- Los resultados de la investigación no serán utilizados en perjuicio de los individuos participantes.

Para la realización del trabajo se respetaron los principios éticos.

- Principio de justicia: la investigación cumple con este principio ético, ya que se incluyó todos los formatos sin importar su nivel socioeconómico, género y nivel educativo.
- Principio de beneficencia: la investigación cumple con este principio ético ya que traerá consigo beneficios en la toma de la agudeza visual porque se dará un valor estimado de la capacidad de percibir detalles que posee el examinado y afirmara o reprobara la eficacia y exactitud que puede arrojar los optotipos de Snellen con los dos sistemas de anotaciones en la toma de agudeza visual.
- Principio de no Maleficencia: la investigación cumple con este principio ético porque es un estudio retrospectivo y lo que se analizó fueron los datos registrados en los formatos de la signatura de neurofisiología ocular.

#### 4. Resultados

La población objeto de estudio estuvo conformada por 29 formatos del taller de AV de los estudiantes de Neurofisiología visual de los años 2013 -2014 en los que la distribución por sexo mostro mayor frecuencia del femenino con un 90,0% [26 formatos] y 10,0% [3 formatos] hombres; con edades comprendidas entre los 19 y 49 años, con una mediana de 20 años [La distribución de la edad se puede observar en la Figura 65].



Figura 6. Distribución por edad de la población estudiada

En la evaluación clínica se encontró individuos con y sin corrección óptica, siendo de mayor frecuencia el no uso de corrección óptica con un 63%. La AV fue evaluada con los tres optotipos [letras, números y figuras] y fue registrada en escala Snellen y LogMar, los



resultados de la AV en escala Snellen se presentan en la tabla 4. En la evaluación de la AV se puede observar que con el optotipo de letras el valor más frecuente de AV fue 20/20 tanto para OD y AO [con un 52%] y para OI [48%]. El valor mínimo fue de 20/70 para OD y AO y de 20/200 para OI. El valor máximo fue de 20/10 para todas las mediciones.

Los resultados de la AV en escala Snellen con el optotipo de números se presenta en la tabla 5. En la evaluación de la AV se puede observar el valor más frecuente de AV fue 20/20 tanto para el OD, OI y AO con un 45%. El valor mínimo fue de 20/100 para OD y AO y de 20/200 para OI. El valor máximo fue de 20/10 para todas las mediciones.

Los resultados de la AV en escala Snellen con el optotipo de figuras se presenta en la tabla 6. En la evaluación de la AV se puede observar el valor más frecuente de AV fue 20/20 tanto para el OD, OI y AO con un 45%, 38% y 55% respectivamente. El valor mínimo fue de 20/100 para OD y AO y de 20/200 para OI. El valor máximo fue de 20/10 para AO, 20/15 para OD y OI.

Tabla 3. Resultados de AV con optotipo de letras en OD, OI y AO en escala Snellen

Valor de la av en escala snellen	Optotipo letras od		Optotipo letras oi		Optotipo letras ao	
	Frec Absoluta	Fre relativa	Frec absoluta	Fre relativa	Frec Absoluta	Fre Relativa
<b>20/10</b>	5	17%	8	28%	8	28%
<b>20/15+4</b>	1	3%	0	0%	0	0%
<b>20/15</b>	3	10%	0	0%	2	7%
<b>20/20+5</b>	0	0%	1	3%	0	0%
<b>20/20+3</b>	11	38%	3	10%	0	0%
<b>20/20</b>	15	52%	14	48%	15	52%
<b>20/30</b>	1	3%	0	0%	1	3%
<b>20/40</b>	1	3%	1	3%	1	3%
<b>20/50</b>	1	3%	1	3%	1	3%
<b>20/70</b>	1	3%	1	3%	1	3%
<b>20/200</b>	0	0%	1	3%	0	0%



<b>20/200</b>	0	0%	1	3%	0	0%
<b>Total general</b>	29		29		29	

Tabla 5. Resultados de AV con optotipo de figuras en OD, OI y AO en escala Snellen

Av Escala Snellen	Optotipo figuras OD		Optotipo figuras OI		Optotipo figuras AO	
	FREC ABSOLUTA	FRE RELATI VA	FREC ABSOLUTA	FRE RELATI VA	FREC ABSOLUTA	FRE RELATI VA
<b>20/10</b>	0	0	0	0	1	3%
<b>20/15</b>	1	3%	1	3%	1	3%
<b>20/20+4</b>	0	0%	0	0%	1	3%
<b>20/20+2</b>	1	3%	4	14%	0	0%
<b>20/20</b>	13	45%	11	38%	16	55%
<b>20/25+7</b>	1	3%	0	0%	0	0%
<b>20/25</b>	2	7%	1	3%	1	3%
<b>20/30+6</b>	0	0%	1	3%	1	3%
<b>20/30 +5</b>	0	0%	1	3%	1	3%
<b>20/30+4</b>	0	0%	1	3%	0	0%
<b>20/30+3</b>	2	7%	1	3%	1	3%
<b>20/30</b>	1	3%	0	0%	1	3%
<b>20/40+5</b>	1	3%	0	0%	0	0%
<b>20/40 +2</b>	1	3%	1	3%	0	0%
<b>20/40+3</b>	0	0%	0	0%	1	3%
<b>20/40</b>	1	3%	1	3%	1	3%
<b>20/50+5</b>	1	3%	0	0%	0	0%
<b>20/50+4</b>	1	3%	0	0%	0	0%
<b>20/50</b>	0	0%	1	3%	2	7%
<b>20/60</b>	0	0%	1	3%	0	0%
<b>20/70+3</b>	1	3%	0	0%	0	0%
<b>20/70+2</b>	0	0%	1	3%	0	0%
<b>20/70</b>	1	3%	1	3%	1	3%
<b>20/100</b>	1	3%	1	3%	1	3%
<b>20/200</b>	0	0%	1	3%	0	0%

<b>Total general</b>	29	29	29
----------------------	----	----	----

Los resultados de los valores de AV en escala logMAR con los tres optotipos utilizados se presentan en la tabla 6. El valor máximo de AV en el optotipo de letras fue igual tanto para OD, OI como para AO [AV = -0,3010], en el optotipo de números el valor máximo disminuyó en el OD [AV= -0,3386] con relación al optotipo de letras y para OI Y AO se mantuvo igual al valor de AV obtenido con el optotipo de letras [AV= -0,3010], en el optotipo de figuras el valor máximo de AV en escala LogMar fue superior a la AV de los otros optotipos para OD y OI [AV LogMar = -0,1249] con relación a los otros optotipos y para AO el valor máximo se mantuvo igual al valor de AV obtenido con los otros optotipos [AV= -0,3010] .

La AV con el optotipo de letras de OI y AO el 75% de los datos se encuentran entre 0.000 y -0,3010, mientras que el OD el 50% de los valores de AV se encuentran entre 0.0000 y -0.1249.

El valor Mínimo de AV en el optotipo de letras fue igual tanto para OD, AO [AV = 0,5441], para OI fue de [AV= 1,0000], en el optotipo de números el valor mínimo aumentó en el OD y AO con [AV= 0,6990] y se mantuvo igual al valor obtenido en el optotipo de letras para OI con [AV= 1,0000], en el optotipo de figuras el valor mínimo de AV se mantuvo igual al valor obtenido en el optotipo de números para OD con un [AV= 0,6990] como para OI, AO con [AV= 1,0000].

En la tabla 7 se presentan los valores de visión monocular y binocular, para la visión monocular la mediana de la agudeza visual fue 0,0000 para los optotipos de letras y

números y disminuyó a 0,0545 para el optotipo de figuras este valor de agudeza visual se mantuvo en la visión binocular para el optotipo de letras y números y para el de figuras disminuyó a 0,0969. El rango para la agudeza visual con el optotipo de letras fue 1,3010 para el de números 1,3012 y el de figuras 1,1249. En la figura 5 se observa que la distribución de la AV en escala logMAR fue no normal tanto monocular como binocularmente. Adicionalmente, se puede apreciar como la agudeza binocular es mejor que la monocular.

En la misma figura se puede observar que la AV para los optotipos de letras y números los máximos y mínimos valores de AV son iguales, a pesar que las distribuciones sean diferentes, la comparación de las medianas de AV con estos optotipos con la prueba Wilcoxon RankSum se obtuvieron valores de  $p = 0,2854$  por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula [ $H_0$ ] de que las AV con optotipo de letras y números son iguales. Mientras que para la comparación entre los optotipos de letras y figuras [ $p < 0,0001$ ] y optotipo de números y figuras [ $p = 0,0004$ ] se debe rechazar  $H_0$  con lo que se puede afirmar que los valores de AV obtenidos con optotipo de letras o números en comparación con los valores obtenidos con optotipo de figuras son diferentes.

Tabla 6. *Distribución del promedio de los optotipos utilizados en la población estudio*

Distribución por tipo de optotipo									
Tipo de optotipo utilizado	OD			OI			AO		
	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max
AV letras LogMar	0,0000	0,5441	-0,3010	0,0000	1,0000	-0,3010	0,0000	0,5441	-0,3010
AV números LogMar	0,0000	0,6990	-0,3386	0,0000	1,0000	-0,3010	0,0000	0,6990	-0,3010

<b>AV figuras LogMar AO</b>	0,0000	0,6990	-0,1249	0,0969	1,0000	- 0,1249	0,0000	0,6990	-0,3010
---	--------	--------	---------	--------	--------	-------------	--------	--------	---------

Tabla 7. Resultados de las tomas de AV monocular y binocular con los tres optotipos.

<b>Descripción</b>	<b>Av letras logmar monocular</b>	<b>Av numeros logmar monocular</b>	<b>Av figuras logmar monocular</b>	<b>Av letras logmar ao</b>	<b>Av numero logmar ao</b>	<b>Av figuras logmar ao</b>
<b>Cuenta</b>	58	58	58	29	29	29
<b>Mediana</b>	0,0000	0,0000	0,0545	0,0000	0,0000	0,0969
<b>Rango</b>	1,3010	1,3120	1,1249	0,8451	1,0000	1,1249
<b>Máximo</b>	-0,3010	-0,3120	-0,1249	-0,3010	-0,3010	-0,1249
<b>Cuartil 1 (25%)</b>	-0,1249	-0,0586	0,0000	-0,3010	-0,1249	0,0000
<b>Cuartil 3 (75%)</b>	0,0000	0,0121	0,1969	0,0000	0,0000	0,1195
<b>Mínimo</b>	1,0000	1,0000	1,0000	0,5441	0,6990	1,0000
<b>P prueba swilk</b>	0,00004	0,00000	0,00000	0,0562	0,0152	0,0043

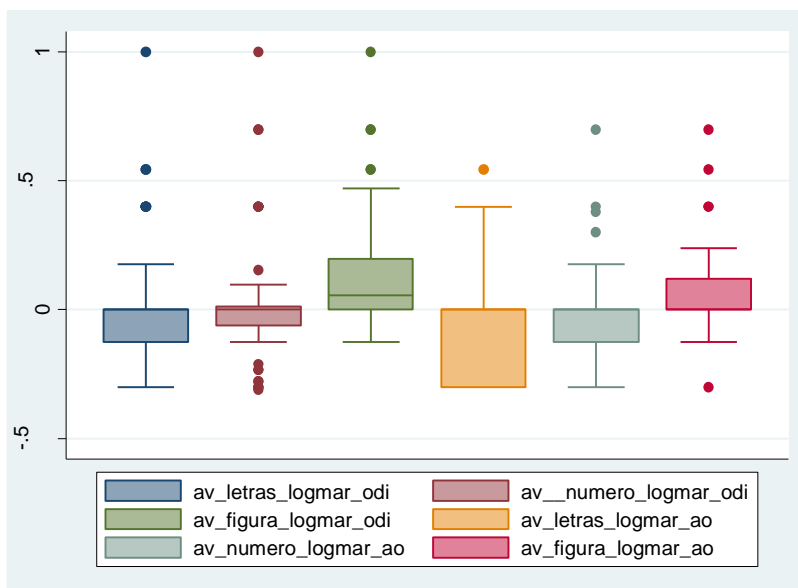


Figura 7. Distribución de los optotipos utilizados.

## 5. Discusión

La validez operativa de una prueba diagnóstica es la propiedad de clasificar correctamente a los sujetos en el grupo clínicamente correspondiente y la exactitud diagnóstica el grado de calidad de la información provista por la prueba diagnóstica (8). Cuando se utilizan test diferentes para evaluar una característica la mejor manera de evitar sesgos o inexactitudes, especialmente cuando se está evaluando seguimiento o progresión de una condición, es contar con pruebas cuyos resultados sean intercambiables es decir que independientemente la prueba utilizada para la evaluación [en este caso particular optotipo], estas den valores iguales o por lo menos similares. Con el desarrollo de este trabajo se pudo establecer que en personas adultas jóvenes [19 a 49 años], que se encuentran familiarizadas con los tres tipos de optotipos, como lo son los estudiantes de optometría, los



valores de AV obtenidos con optotipo de letras [Mediana de la AV=0,0000] y números [Mediana de la AV= 0,0000] son intercambiables [valor de  $p = 0,2854$ ] por lo que las AV con optotipo de letras y números son iguales. Esto implicaría que independientemente del optotipo utilizando la AV sería similar; sin embargo este trabajo no comparo los valores de AV tomados con proyector, por lo que no se puede determinar si cambios o diferencias en los valores de AV con optotipo y con proyector.

En personas adultas jóvenes como los participantes del estudio los optotipo mas empleado es el de números y letras, el optotipo de figuras se destina para evaluar la AV preferiblemente en niños pero varía dependiendo de la edad, las capacidades cognitivas y la capacidad de concentración del niño. Como resultado, a menudo se usan los mismos optotipos utilizados con los adultos, aunque también es común que se emplee la E direccional (15), por esta razón la diferencia entre niños y adultos en la AV con el optotipo de figuras puede ser la misma ya que no se puede afirmar debido a que no se cuenta con estudios comparativos en cuanto al optotipo de figuras, aunque en estudios de León y Estrada [2011-2012] al comparar resultados entre adultos y niños con optotipo de números y letras la reproducibilidad fue parecida aunque ligeramente mejor en adultos [ $\pm 0.15$  logMAR - 1½ líneas de AV] (16), aunque hay disimilitud entre los optotipos utilizados.

En contraposición cuando se toma AV con optotipo de figuras los valores obtenidos son inferiores [mediana de la AV 0,0545] a los de los optotipos de números y letras (mediana de la AV 0,0000), en personas adultas jóvenes, que se encuentran familiarizadas con los tres tipos de optotipos, como lo son los estudiantes de optometría. Esto cobra importancia cuando se pasa de evaluar la AV de un niño, dado que si en adultos

familiarizados con la prueba el valor de la AV es menor con el optotipo de figuras, la medición de la AV en el niño puede ser menor a la real con el consecuente diagnóstico errado, entonces es importante establecer cuál puede ser el efecto de la toma de AV con este optotipo sobre la verdadera visión del niño, lo cual es relevante cuando se quiere establecer los cambios en la visión de un niño no alfabeto y se pasa a la evaluación de la AV del mismo niño cuando ya es alfabeto con un optotipo bien sea de números o de letras, con lo cual se podría ver comprometida la confiabilidad para poder determinar cambios en su AV. Aunque no se encontraron estudios en donde se compara la agudeza visual en niños con los diferentes optotipos de Snellen [letras, números y figuras], se evidenció en el estudio de León y Estrada (7) mejor reproducibilidad para la carta de LEA con 0,08 unidades logarítmicas comparada con la carta de Snellen con 0,12 unidades logarítmicas, aunque se obtienen resultados casi similares hay discrepancias en los optotipos empleados (7).

Es importante resaltar las diferencias en las posibilidades de análisis de información dependiendo de la manera como se registran los valores de AV, dado que en escala Snellen se expresa en forma de fracción con la distancia estándar del test en el numerador y el tamaño de letra del test distinguidas en el denominador. Así la distancia referencia serán 20 pies o su equivalente en metros 6m, mientras que en escala logMAR consiste en expresar la AV directamente como el logaritmo en base 10 del mínimo ángulo de resolución [MAR] por lo tanto, con el optotipo Bailey Lovie, cada una de las cinco letras de un nivel visual representa una constante  $K = 0,02$  unidades logarítmicas para un valor conjunto de 0,1 unidades logarítmicas por cada nivel visual (1). Para este trabajo se estableció el valor de la

AV en escala logarítmica para cada una de las letras de cada uno de los niveles del optotipo Snellen.

Por otro lado están las críticas a la carta de Snellen como lo refleja el estudio de León y Estrada [2009] (14) en primer lugar se afirma que cada línea de AV tiene un tamaño diferente y números variables. En segundo lugar, los estudios de Flom MC, Heath G, (17) han demostrado que al tener espacios diferentes entre cada línea de AV puede ocurrir el fenómeno de amontonamiento más en AV máximas [20/40-20/30-20/25-20/20] por último, el término "tabla de Snellen" nunca ha sido estandarizado, por lo que los fabricantes pueden utilizar diferentes tipos de letra, diferentes proporciones de separación y pueden estar iluminadas o proyectadas de manera diferente. Además, no se encuentran estudios similares donde se reflejen las diferencias que pueden arrojar la toma de agudeza visual.

El resultado de este proyecto con el optotipo de figuras puede estar relacionado con la carencia de algunas propiedades fisiológicas de la AV como el mínimo visible ya que se pueden confundir con otras figuras u objetos debido a las características y tamaño en las líneas de mejor AV y con el mínimo reconocible ya que cada una de las figuras del optotipo tienen más de un detalle que pueden confundir al participante.

## 6. Conclusiones

- No existen diferencias en los valores de AV obtenidos con optotipo de números y letras, mediana de la AV para ambos optotipos de 0,0000 y  $p = 0,2854$ .

- Los valores de AV obtenidos con optotipo de figuras son diferentes a los obtenidos con los optotipos de letras y números.
- El máximo nivel de medición de la AV se logra cuando esta se registra en escala logMAR, dado que en esta escala la AV es una variable cuantitativa con nivel de medición de razón y continua, mientras que en escala Snellen la AV es una variable cualitativa ordinal, esta diferencia hace diferentes las posibilidades de análisis y seguimiento de la condición de la AV para investigación sea limitado.
- En este trabajo fue más frecuente el sexo femenino [90%] dentro de los estudiantes de optometría, el 96,55% de los estudiantes participantes tenían entre 19 y 31 años.

## **7. Recomendaciones**

- Teniendo en cuenta el nivel de medición de la variable AV se sugiere utilizar la escala logMAR en contextos de investigación.
- Se sugiere establecer las diferencias en la toma de AV con optotipo y con proyector, al igual que con los optotipos de figuras como: LEA, NewYok flas card, figuras geométricas y la E direccional. También del optotipo de letras y números en diseño Snellen con el Bayli Lovie.

### Referencias

1. Furlan W, García Monreal J, Muñoz Escrivà L. Fundamentos de optometría refracción ocular. 2nd ed. Edición Universidad de Valencia; Maite Simón; 2009. p. 142.
2. Paul L, Albert A, editores. Adler fisiología del ojo aplicación clínica. 10a ed. Madrid: Elsevier; 2004.pags.567-572.
3. Gil Del Rio E. Óptica fisiológica clinica.4th ed. Barcelona: Toray; 1966.p. 622.

4. Guerrero Vargas J. Optometría Clínica. 1a ed. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas; 2006.p.508.
5. Fred M, Preston H. Exploración de la agudeza visual. En: Oftalmología práctica. 6ª ed. Barcelona: Elsevier; 2013. Pags. 27-28. Disponible en: biblioteca universidad santo tomas Floridablanca.
6. Jack T. Proper method for calculating average visual acuity. Pubmed. 2003 juni; vol 26, no. 6. p. 586-590.
7. León Álvarez A, Estrada Álvarez JM. Reproducibilidad y concordancia para la carta snellen y lea en la valoración de la agudeza visual en infantes de primaria. cien. tecnol. salud. vis. ocul. 2012 Jun; 13(22):115-121. disponible en: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/100>
8. Gómez A. Caracterización de Pruebas Diagnósticas. Revista medicine [internet] 1998; 7 (104): 4872-4877. [citado 2014 Mar 12] disponible en: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spiii/spiii/gomez.pdf>.
9. Robertexto [internet] Iztaca UNAM: C 2000-201[citado 2012 Sep. 09] disponible en: [http://www.robertexto.com/archivo18/sexo\\_genero.htm](http://www.robertexto.com/archivo18/sexo_genero.htm).

- 10.** Sociales.cchs.csic [internet] centro de ciencias humanas y sociales: C. 2012 [citado 2012 Sep. 09] disponible en: <http://sociales.cchs.csic.es/jperez/pags/demografia/glosario.htm#edadexacta>.
- 11.** Hernández Avila M, Garrido Latorre F, López Moreno S. Diseño de estudios epidemiológicos. salud pública de México. 2000 marzo-abril; vol.42, no.2. p. 144-154.
- 12.** Hernández Ávila M, Garrido F, Salazar Martínez E. Sesgos en estudios epidemiológicos. salud pública de México. 2000 marzo-abril; vol.42, no.5. p. 438-446.
- 13.** Ochoa Sangrador C. Estudios sobre pruebas diagnósticas. En: AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría 2006. Madrid: Exlibris Ediciones; 2006. p. 43-55.
- 14.** León Álvarez A, Estrada Álvarez J. Prueba piloto para determinar la reproducibilidad de la carta de Snellen al evaluar la agudeza visual en sujetos jóvenes. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular; [internet] 2009 enero-junio:7(1): p. 13-24. disponible en: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1072>
- 15.** Lenni P, Susan B, Van H. (1999). Assessing children's vision [Evaluación de la visión en niños]. EN: impedimentos visuales. 1ed. Washington: academia Nacional de Ciencias; 2002. p.340-370. disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK207548/>

- 16.** Peña J, Rubiano D, López M. Concordancia entre el test de números de Snellen y el test de números de Lea en niños entre cuatro y siete años. *cien. tecnol. salud. vis. Ocul.* [internet] 2012 enero-junio; 10(1): p.115-121. Disponible en: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/100/56>
- 17.** Flom M, Heath G, Takahashi E. Contour interaction and visual resolution: contralateral effects [interacción y resolución visual del contorno: efecto contralateral]. *Science.* [internet] 1963 nov; 142(3594): 979-980. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14069233>.





**Apéndice B. Modelo formato identificación y selección de participantes**

Código:			
Nombres:			
Identificación:			
Valor de intensidad luminosa			
Tiene la toma de AV con letra	0. No	1 Si	
Tiene la toma de AV con números	0. No	1 Si	
Tiene la toma de AV con figuras	0. No	1 Si	
Seleccionado	0. No	1 Si	

**Apéndice C. Modelo formato Recolección de la Información**

Código	
Edad	
Genero	1. Femenino 2. Masculino
Intensidad luminosa	
Nivel visual Letras OD Snellen 20/ + letras	
Nivel visual Letras OD Logmar	
Nivel visual Letras OI Snellen 20/ + letras	
Nivel visual Letras OI Logmar	
Nivel visual Letras AO Snellen 20/ + letras	
Nivel visual Letras AO Logmar	
Nivel visual números OD Snellen 20/ + números	
Nivel visual números OD Logmar	
Nivel visual números OI Snellen 20/ + números	
Nivel visual números OI Logmar	
Nivel visual números AO Snellen 20/ + números	
Nivel visual números AO Logmar	
Nivel visual Figuras OD Snellen 20/ + figuras	
Nivel visual Figuras OD Logmar	
Nivel visual Figuras OI Snellen 20/ + figuras	
Nivel visual Figuras OI Log MAR	

Nivel visual Figuras AO Snellen 20/ + figuras	
Nivel visual Figuras AO Logmar	