

1-1-2011

## **Valores normales de sensibilidad al contraste con el FACT, en una muestra de niños entre cuatro y siete años, en la localidad de Chapinero de Bogotá**

María Yolanda López Aguirre  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/maest\\_ciencias\\_vision](https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_vision)

---

### **Citación recomendada**

López Aguirre, M. Y. (2011). Valores normales de sensibilidad al contraste con el FACT, en una muestra de niños entre cuatro y siete años, en la localidad de Chapinero de Bogotá. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/maest\\_ciencias\\_vision/25](https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_vision/25)

This Tesis de maestría is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Maestría en Ciencias de la Visión by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

VALORES NORMALES DE SENSIBILIDAD

AL CONTRASTE CON EL FACT

VALORES NORMALES DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE CON EL FACT, EN UNA  
MUESTRA DE NIÑOS ENTRE CUATRO Y SIETE AÑOS,  
EN LA LOCALIDAD DE CHAPINERO DE BOGOTÁ

MARÍA YOLANDA LÓPEZ AGUIRRE

Optómetra

Facultad Ciencias de la Salud

Universidad de La Salle

Septiembre, 2011

## RESUMEN

Las pruebas de sensibilidad al contraste (SC) son una poderosa herramienta para determinar la capacidad del sistema visual. Es importante conocer el desarrollo de ésta función en la infancia y tener parámetros precisos en el diagnóstico temprano de alteraciones de la función visual. **Objetivo:** Determinar los valores de normalidad para sensibilidad al contraste con el FACT, en niños entre cuatro y siete años de edad, en la ciudad de Bogotá. **Materiales y Métodos:** el estudio fue observacional descriptivo de corte transversal, con un total de 280 ojos que cumplían los criterios de inclusión. Para analizar la información se organizaron dos grupos: Uno; entre cuatro y cinco años y Dos; entre seis y siete años, valorando contraste con el FACT para las diferentes frecuencias espaciales (1.5, 3.0, 6.0, 12.0 y 18.0 ciclos/grado). **Resultados:** Los valores de sensibilidad al contraste se determinaron con la mediana, el rango intercuartílico y la prueba estadística U de Mann Whitney, mostraron que no hay diferencias significativas para ninguna de las frecuencias espaciales, del ojo derecho, izquierdo, ni en ambos ojos. Los rangos de normalidad hallados para la frecuencia A, se encontraron entre 6 y 8; para la frecuencia B, entre 5 y 7; para la frecuencia C, entre 5 y 7; para la frecuencia D, entre 4 y 7 para la frecuencia E, entre 5 y 7. Al comparar los rangos para los dos grupos de edad, se observó que no hay diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de frecuencias espaciales, excepto en la más alta E, de 18.0 ciclos/grado ( $p= 0.019$ ). **Conclusiones:** Se determinaron los valores de normalidad para sensibilidad al contraste con el FACT, en una muestra de niños entre cuatro y siete años de edad, de la localidad de Chapinero en la ciudad de Bogotá, aunque los rangos y la mediana para cada una de las frecuencias espaciales del FACT estaban enmarcadas dentro de los rangos de normalidad para el adulto establecido por el fabricante del test, se observó que existían diferencias en el desarrollo de la SC entre los grupos 1 y 2, mostrando mayor amplitud en el grupo de mayor edad.

**Palabras Clave:** Sensibilidad al contraste, función visual, test de enrejado

## ABSTRACT

Contrast sensitivity (CS) tests are a powerful tool to determine the ability of the visual system. It is important to understand the development of this function in the childhood and establish precise parameters for the early diagnosis of the impaired in the visual function. Objective: To determine normal values for contrast sensitivity with FACT in children between four to seven years old in Bogotá. Materials and Methods: The study was observational and descriptive cross-sectional, with a total of 280 eyes which met the inclusion criteria. To analyze the data it was organized two groups: group 1 (4 to 5 years old) and group 2 (6 to 7 years old). It was assessed FACT for different spatial frequencies (1.5, 3.0, 6.0, 12 and 18 cycles / degree). Results: The contrast sensitivity values were determined using the median, interquartile range and it was used Mann Whitney test to analyze them. Findings showed no significant differences for any of the spatial frequencies, the right eye, left, or both eyes. The normal range to A frequency was between 6 and 8; B frequency, between 5 and 7; C frequency, between 5 and 7; D frequency, between 4 and 7 and E frequency, between 5 and 7. Comparing the ranges between two age groups, there were no statistically significant differences at any frequency except the highest 18.0 cycles/degree (E) that showed significant difference  $p=0.019$ . Conclusions: It was determined normal values of CS using FACT in a group of children between four to seven years old in Bogotá. Although, interquartile range and median values for each FACT spatial frequencies are consistent with the normal values for adult people, it was observed differences in the development of CS between the two groups 1 and 2, showing major range in the oldest group.

Keywords: Contrast sensitivity, visual function, grating test

La autora quiere agradecer a los planteles educativos participantes del estudio.

Así como a la Universidad de La Salle y sus colegas, por el apoyo en la investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. MARCO TEÓRICO
  - 2.1 SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
    - 2.1.1 MEDIDAS DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE Y ESCALAS
    - 2.1.2 UMBRAL DE CONTRASTE
    - 2.2.3 ANÁLISIS FOURIER O TEORÍA DE LOS CANALES
  - 2.2 TEST PARA VALORAR LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
    - 2.2.1 Test De Enrejado
    - 2.2.2 Letras de Contraste Decreciente
  - 2.3 DESARROLLO DE LA SENSIBILIDAD DEL CONTRASTE EN EL NIÑO
3. MÉTODOS
  - 3.1 OBJETIVO GENERAL
  - 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS
  - 3.3 POBLACIÓN
  - 3.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN
  - 3.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA
  - 3.6 VARIABLES
  - 3.7 PROCEDIMIENTO
    - 3.7.1 Recolección de Datos
4. RESULTADOS
  - 4.1 DISTRIBUCIÓN POR GRUPOS DE EDAD
  - 4.2 CURVA DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
  - 4.3 VALORES DE NORMALIDAD PARA LAS FRECUENCIAS ESPACIALES
  - 4.4 CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE
5. DISCUSIÓN
6. CONCLUSIONES
7. RECOMENDACIONES
8. BIBLIOGRAFÍA
9. GLOSARIO

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Medias y Medianas de las diferentes Frecuencias Espaciales de SC para cada ojo y ambos ojos.

Tabla 2. Intervalos de los valores normales de sensibilidad al de cada una de las frecuencias espaciales de contraste para la totalidad de los ojos (280), entre los 4 y 7 años de edad

Tabla 3. Intervalos para los valores normales de sensibilidad al contraste, para cada una de las frecuencias espaciales de contraste para la totalidad de los ojos (280 ojos), según en el grupo de edad: el primero, de 4 hasta 5 años y el segundo, de 6 hasta 7 años de edad.

Tabla 4. Estudios de desarrollo de SC en niños de 5 años y más.



## LISTA FIGURAS

Figura No.1. Frecuencias espaciales

Figura No.2 Canales de la visión y sensibilidad al contraste

Figura No.3 Vision Contrast Test System

Figura No.4 Test de Sensibilidad al Contraste F.A.C.T

Figura No.5 Hoja de Registro de los Test de enrejado para SC

Figura No.6 Cartilla Pelli-Robson

Figura No.7 Cartilla Lea Symbols

Figura No.8 Test de bajo contraste: Heidi escondida

Figura No.9 Distribución de la Edad

Figura No.10 Valores normales de sensibilidad al contraste en niños entre 4 y 5 años (relacionados con la mediana y el rango intercuartílico)

Figura No.11 Valores normales de sensibilidad al contraste en niños entre 6 y 7 años (relacionados con la mediana y el rango intercuartílico)

Figura No.12 Valores normales de sensibilidad al contraste en niños entre 4 y 7 años (relacionados con la mediana y el rango intercuartílico)

Figura No.13 Valores de normalidad para el Grupo 1, comparado con los adultos.

Figura No.14 Valores de normalidad para el Grupo 2, comparado con los adultos.

Figura No.15 Valores de normalidad para el Grupo 1 y 2, comparado con los adultos.

## 1. INTRODUCCIÓN

En ciencias de la salud los valores derivados de las pruebas se comparan con un valor normal, razón por la cual es necesario disponer de valores de normalidad (Sheiman & Rouse 2005, citados por Molina, 2010).

En la práctica clínica de optometría, se valora en forma permanente la resolución del sistema visual (Agudeza Visual), sin embargo, el determinar la capacidad del sistema visual para procesar la información espacial y temporal acerca de los objetos cotidianos que se observan y que corresponde a la menor cantidad de contraste necesaria para detectar un estímulo visual (Sensibilidad Contraste) (Leat et ál, 2009). Por lo tanto la evaluación clínica tanto de la Agudeza Visual como de la Sensibilidad Contraste (SC) es igualmente importante en niños y adultos.

Adams & Courage (2002), consideraron que a pesar de la creciente importancia científica y clínica de la valoración de la SC, los datos del desarrollo de ésta función son escasos, especialmente los que se obtienen con un método clínico único.

La medición de la sensibilidad al contraste se ha convertido en la medición más completa de la visión espacial humana (Mannis MJ ,1987; Adams & Courage 2009). Además la SC ha sido reportada como un indicador más sensible de la deficiencia visual Bodis-Wollner I (1980). Y detecta cualquier cambio del sistema visual desde la córnea al nervio óptico (Cavender, SA & Hobson RR 1992).

La Agudeza Visual mide únicamente la resolución del sistema visual en frecuencias espaciales altas aisladas en un punto de corte, mientras que la SC describe la visión y la pérdida de visión en forma más completa puesto que mide diferentes frecuencias espaciales con varios puntos de corte (Leat et ál, 2009).

En los años noventa, Scharre & Cotter et al (1990), determinaron datos normativos de sensibilidad al contraste con la prueba Vistech 6500 para visión lejana, en una muestra de 286 niños de la ciudad de Chicago con edades entre 3 y 7 años, evidenciando una sensibilidad significativamente menor que los adultos y que esta función se equiparaba al nivel del adulto a los 7 años.

Considerando los hallazgos reportados por la literatura científica y la importancia de la medición de la SC en niños y adultos, esta investigación se propone determinar los valores de normalidad para sensibilidad al contraste con el FACT, en muestra de niños entre cuatro y siete años de edad, de la localidad de chapinero en la ciudad de Bogotá.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Se define como la capacidad de discriminar diferencias de iluminación entre áreas adyacentes, cuyo umbral se estima como la menor cantidad de contraste necesaria para lograr esta distinción, en otras palabras, la sensibilidad al contraste representa el menor contraste que el sistema visual puede detectar (Leat el ál, 1999). Tiene valor como elemento diagnóstico en el estudio de la función visual (Woodhouse, 1983).

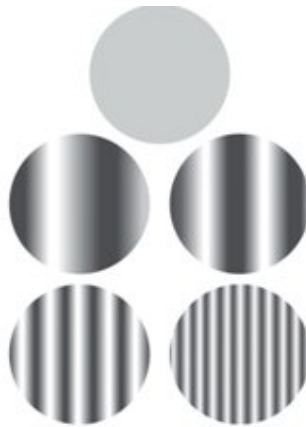


Figura No.1 Frecuencias espaciales de cero, 0.25, 0.50, 1.0 y 2.0 ciclos por grado

(<http://www.scielo.br/img/revistas/estpsi/v25n2/a02fig01.gif>)

El contraste es una dimensión espacial que se refiere a la transición entre claro-oscuro o ciclo por grado que determina las diferentes frecuencias espaciales, de acuerdo al número de veces que se repiten los ciclos en una unidad o grado (ver figura 1). Se refiere a la medida del umbral que una persona requiere para ver una tarjeta. Los métodos más usados hoy en día están basados en sistemas de cartillas que pueden colgarse en la pared o sistemas de software,

cuyos símbolos son ondas de enrejado o letras. El tipo de símbolo que se emplea puede ser seleccionado por el examinador según el propósito de la valoración (Owsley C., 2003)

### 2.1.1 MEDIDAS DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE Y ESCALAS

El contraste en las cartillas puede ser medido de diferentes maneras:

Contraste: Define la diferencia entre las área claras y oscuras del objetivo.

Sensibilidad al Contraste: (SC) Identifica la sensibilidad del sistema visual. Esto corresponde al umbral de contraste.

SC Log: Convierte los valores de sensibilidad al contraste a escala lineal y es muy útil para la comparación entre diferentes niveles de sensibilidad al contraste.

Cuando las mediciones de contraste son siempre medidas con el mismo test no es importante conocer cómo el valor de contraste inicial fue calculado. Sin embargo, cuando los valores de contraste necesitan ser comparados con diferentes test de acuerdo con la literatura, es importante conocer que existen dos escalas de contraste: a) Escala de Contraste Michelson y b) Escala de Contraste Weber.

Escala de Contraste según Michelson:

Es también conocida como la "Visibilidad", es comúnmente utilizado para patrones con características claras y oscuras equivalentes. Se define como:

$$\frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}$$

$$L_{\max} + L_{\min}$$

( $L_{\max}$  y  $L_{\min}$  representa alta y baja luminancia)

El denominador representa dos veces el promedio de la luminancia Michelson, A.

(1927);([http://colorusage.arc.nasa.gov/luminance\\_cont.php](http://colorusage.arc.nasa.gov/luminance_cont.php), consultado 19 de Septiembre de 2011)

Escala de Contraste Weber:

Se define el Contraste Weber, como la diferencia entre la luminancia de un objeto y su fondo dividido por el brillo de los dos:

$$\frac{L - L_b}{L_b}$$

Donde  $L$  y  $L_b$ , representan la luminancia de las características de la luminancia del fondo, se utiliza cuando el promedio de la iluminación es aproximadamente igual a la luminancia del fondo.

La escala de medición del contraste del enrejado sinusoidal utilizada es la de Michelson (Ginsburg, 2004).

### 2.1.2 UMBRAL DE CONTRASTE

El contraste es el inverso del umbral y se expresa como el logaritmo de 1 sobre el umbral de contraste, donde el umbral se expresa en porcentaje. El rango de contraste oscila en porcentaje desde ausente hasta 100%, es así como la mayor calidad de contraste impreso tiene entre 85 y 95%. También se define como un objeto con el menor contraste que un paciente puede reconocer. A medida que la visión mejora, aumenta el contraste y disminuye el umbral (Borish, 1975).

### 2.1.3 ANALISIS FOURIER O TEORIA DE LOS CANALES

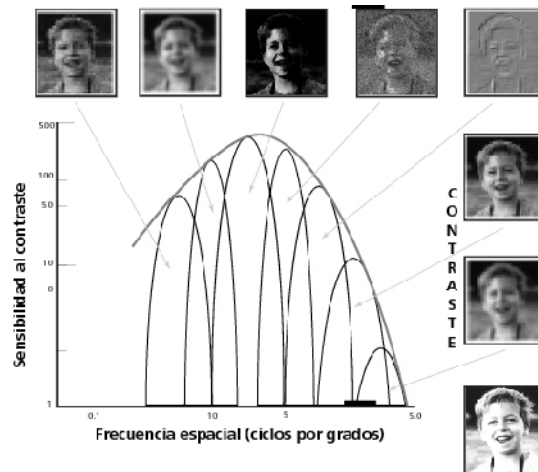


Figura No.2 Canales de visión y sensibilidad al contraste. La frecuencia de cada uno de los canales se representa por su respectiva imagen, la suma de todas las señales produce la percepción real. En negro se observa tan solo, la limitada área de frecuencia y contraste examinada por la agudeza visual de Snellen en el equivalente a 20/20. ([http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/ftp/sensibilidad\\_al\\_contraste.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/ftp/sensibilidad_al_contraste.pdf))

La base fisiológica de la visión de contraste, fundamentado en diferentes frecuencias espaciales, se denomina "Análisis Fourier".

Para los años sesenta Blackmore &Campell (1967), aludían que el sistema visual poseía neuronas con selectividad para las frecuencias espaciales en cuanto a sensibilidad y tamaño y que éste sistema neural jugaba un rol esencial en el reconocimiento de imágenes complejas.

La teoría de los canales sugiere que, cada uno de los canales del sistema visual tiene una máxima sensibilidad a una determinada frecuencia espacial, es así que cada uno de ellos responde a un estímulo al que es sensible, lo que explica entonces que son una serie de mecanismos paralelos, pero independientes (Enroth-Cugell & Robson JG, 1966). Borish en 1975, planteó que el entorno visual está formado por una serie de piezas que conforman un todo y más que unir las piezas del entorno como un rompecabezas, el entorno se rompe de acuerdo con las diferentes frecuencias espaciales (ver figura 2) .Esta información es conducida por canales separados a la corteza, donde se reconstruye la escena visual. Parece existir un consenso que indica que existen de 4 a 6 canales de frecuencias espaciales modulados por umbrales de detección del contraste (Borish, 1975).

El funcionamiento de los canales depende de la relación con los diferentes tamaños de los campos receptivos de las células ganglionares. Najib et al. (1998), explicaron los campos receptivos desde la función básica y la transformada de Fourier (Ver glosario).

La aplicación del análisis de Fourier a la visibilidad de las rejillas ha demostrado la manera en que las imágenes retinales están filtradas por canales de frecuencias espaciales selectivas Blackmore &Campell (1969).

Otro aspecto importante para la comprensión de la visión de contraste, es la que se relaciona con la proyección de la retina en la corteza occipital; es diferente para la retina central y la periférica. Al área macular corresponde una superficie aproximadamente diez mil veces mayor que su extensión en la retina, mientras que la retina periférica está representada de manera discreta en la zona cortical. Este fenómeno es conocido como magnificación de representación y demuestra la existencia de canales especiales de codificación, conocidos como magnocelulares y parvocelulares (Catala y Castanay, 2005). Las células de la vía parvocelular en el mono tienen campos receptivos pequeños que se traducen en altas resoluciones espaciales, mientras que las

células magnocelulares tienen campos receptivos mayores que consecuentemente, dan lugar a resoluciones espaciales inferiores ( Enroth-Cugell y Robson, 1966).

## 2.2 TEST PARA VALORAR LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Existen dos formas básicas de valorar el contraste: por medio de test de Enrejado o por medio de Letras de Contraste Decreciente.

### 2.2.1 Test de Enrejado (rejillas sinusoidales)

Son rejillas sinusoidales producidas electrónicamente o en cartillas impresas, como el sistema de Vistech Contrast Test System (ver figura 3) y el FACT: Funtional Acuity Contast Test (ver figura 4), cuya medición dará origen a una curva que representa la sensibilidad del sistema ante diferentes frecuencias espaciales.



Figura 3. Vision Contrast Test System de Vistech Consultans Inc.

(<http://www.pacificu.edu>)

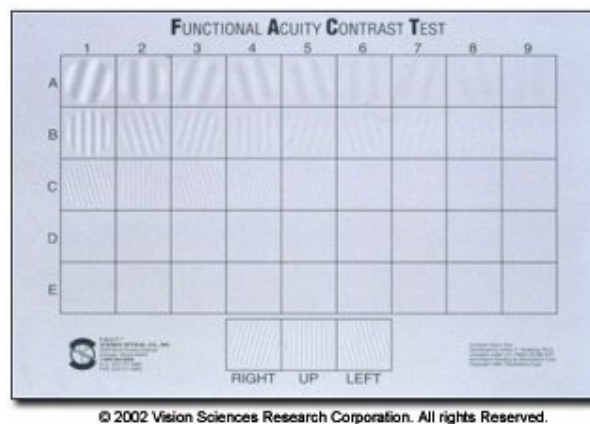


Figura 4. Test de Sensibilidad al Contraste F.A.C.T., tipo enrejado



(<http://www.contrastsensitivity.net/images/fact2.jpg>)

Es importante tener en cuenta, que en este tipo de Test la variable que más afecta la respuesta es la iluminación que rodea la cartilla. Cuando se utiliza cartilla de letras no son necesarias condiciones de iluminación especiales, mientras que las requeridas para los test de enrejados, deben estar cuidadosamente controladas para que la respuesta no se vea afectada por iluminación (Cox et ál, 1999). Cuando se valora la SC, con test de enrejado se obtiene una curva de sensibilidad que se compara con la normalidad de la población (ver gráfica 1), enmarcada dentro de la zona sombreada como se indica en el gráfico y a la vez ésta puede convertirse a un valor estándar de agudeza que se relaciona con la función visual diaria.

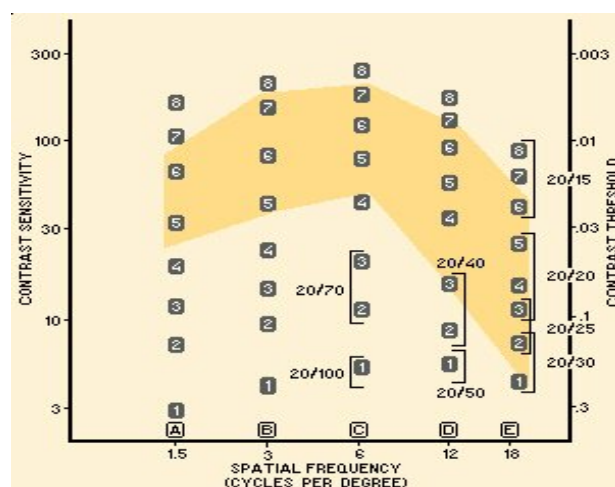


Figura 5. Hoja de registro de los Test de enrejado para sensibilidad al contraste; la zona sombreada corresponde a la zona de normalidad

([http://www.e-oftalmologia.com/area\\_formacion/investigacion/25.jpg](http://www.e-oftalmologia.com/area_formacion/investigacion/25.jpg))

La aplicabilidad clínica de éste tipo de test es muy amplia por ejemplo en la valoración de pacientes con cataratas, adaptaciones de lentes de contacto, glaucoma, pacientes con neuropatías y post cirugía refractiva, baja visión, neurología por ejemplo: esclerosis múltiple y tumores, visión en deportes y visión ocupacional, por ejemplo : visión en pilotos y en conductores.

En la ambliopías refractivas, se demuestra porque la curva de sensibilidad al contraste va disminuyendo a medida que se acerca a las frecuencias medias y altas (Murillo y Vargas, 2003 citado por Medrano, 2010). Y también se ha comprobado su utilidad como prueba de evolución en tratamiento; porque después de la terapia visual en niños con ambliopía refractiva valorado con el CSV 1000, la curva presenta un cambio clínico y estadístico significativo (Medrano et al. 2011).

### 2.2.2 Letras de Contraste Decreciente:

Son cartillas con letras del mismo tamaño pero con contraste decreciente, el umbral de contraste se determina según la última línea en la cual el sujeto examinado pueda reconocer los caracteres. Algunos ejemplos de estas cartillas son: Pelli-Robson (ver figura 6) y la de Símbolos de Lea, (ver figura 7) desarrollada por Lea Hyvärinen; la primera tiene más líneas y está mejor diseñada para estudios de investigación, mientras que la segunda es más fácil de utilizar cuando el espacio es limitado.

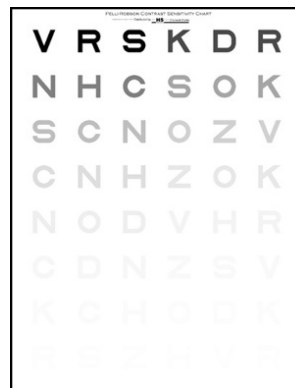


Figura 6. Cartilla de Pelli-Robson.

(<http://medicineworld.org/images/blogs/3-2009/pelli-robson-chart.jpg>)

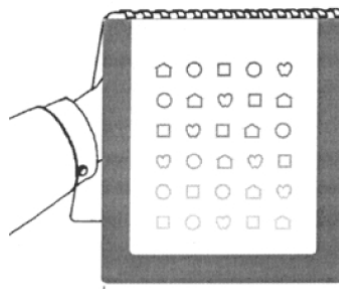


Figura 7. Lea Symbols, cartilla de bajo contraste

(<http://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/pictures/vnov072iii9.jpg>)

Las cartillas de enrejado, como la Vistech, Vector Vision CSV 1000, test de Cambridge de bajo contraste y láminas de Arden que no tienen un equivalente con las cartillas de agudeza visual, lo que no sucede con las de Pelli-Robson, Bailey Lovie y cartillas de Regan.

Otras cartillas utilizadas para valorar SC en bebés son las cartillas de Heidi escondida (ver figura 7), que se han comparado con las de símbolos de Lea de bajo contraste, mostrando efecto de piso; esto es que muchos niños de todas las edades respondieron bien al contraste más bajo, lo que quiere decir que no permite estimar adecuadamente el umbral. Sin embargo, los símbolos de Lea de bajo contraste, medidos a 28 cm dan una información útil para predecir el desempeño de niños con baja visión (Leat & Wegmann, 2004).

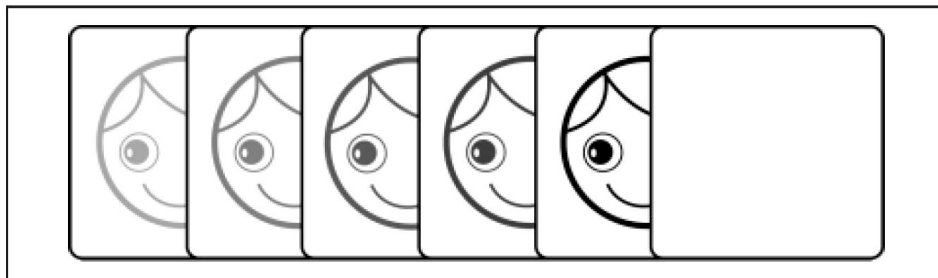


Figura 8. Test de bajo contraste: Heidi escondida

([http://www.ssc.education.ed.ac.uk/resources/pictures/SSreportimg\\_22.jpg](http://www.ssc.education.ed.ac.uk/resources/pictures/SSreportimg_22.jpg))

(<http://www.lea-test.fi/en/vistests/instruct/contrast/hidinghe/images/hidingh2.jpg>)

### 2.3 DESARROLLO DE LA SENSIBILIDAD DEL CONTRASTE EN EL NIÑO

En el año 1987, se hicieron reportes de bebés evaluados mediante pruebas de discriminación de patrones espaciales y se demostró como la SC era mucho más baja que la de los adultos, lo que implicaba que existen cambios en los mecanismos neurales para la codificación del contraste (Stephens & Banks, 1987).

En los años noventa, Scharre, Cotter, Block y Kelly determinaron datos normativos de sensibilidad al contraste con la prueba Vistech (VCTS 6500) a distancia, en una muestra de 286 niños visualmente normales, con edades entre 3 y 7 años comparados con 50 adultos jóvenes de visión normal. Los niños mostraron menor sensibilidad que la de los adultos y que esta función se equiparaba al nivel del adulto a los 7 años (Scharre et ál., 1990).

Posteriormente, en la universidad de Newfoundland (Canadá), se reiteró que la evaluación de ésta función visual, podría proporcionar tempranamente un prototipo para un instrumento clínico para descubrir una disfunción visual y neurológica (Adams & Corurage, 1993).

Märntyjärvi y Laitinen, (2001) no encontraron la SC totalmente desarrollada a los 10-19 años de edad. Para el año 2002, Adams y Courage, incluyeron niños entre los 4 a los 9 y 10 años de edad y al compararlos con estudios previos de bebés y niños pequeños, concluyeron que la SC alcanza el nivel del adulto a los 9 años de edad

Estudios en niños con métodos psicofísicos, evidenciaron que la maduración de la sensibilidad al contraste se alcanza entre los 7-12 años de edad, mientras que con test de mirada preferencial indican que la SC logra el nivel adulto a los 8 años. De otra parte, también es importante tener en cuenta que muchas de las investigaciones realizadas en éste tema, presentan una serie de factores que hacen de ellos no determinantes en sus conclusiones, por ejemplo: muestras pequeñas en la edad crítica de desarrollo de la función de SC o agrupaciones con rangos de edad muy amplios, que dificultan determinar exactamente la edad de maduración (Leat et ál., 2009).

Una revisión sistemática de artículos científicos, realizada en el 2009 por Leat et al, encontró que la madurez de la SC se alcanza entre los 8 y los 19 años, observándose que es una edad más tardía de lo que se pensaba anteriormente. No obstante este artículo concluye que, es necesario realizar más estudios para poder dar una respuesta más precisa, incluyendo métodos objetivos que pueden dar mejores respuestas que las obtenidas con métodos psicofísicos.

### 3. METODOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los valores de normalidad para sensibilidad al contraste con el FACT, en muestra de niños entre cuatro y siete años de edad, de la localidad de chapinero en la ciudad de Bogotá.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- A. Establecer el valor de Sensibilidad al Contraste, para cada una de las frecuencias espaciales (1.5, 3.0, 6.0, 12 y 18 ciclos/grado), para edades comprendidas entre cuatro y siete años; agrupados en dos categorías: Grupo 1, de 4 a 5 años de edad y Grupo 2, de seis a siete años de edad.
- B. Elaborar la curva de sensibilidad con los valores medios, para el grupo de edad y compararla con la de los adultos.

#### 3.3 POBLACIÓN

Universo: Niños escolares sanos de 4 a 7 años sin evidencia clínica de enfermedad ocular de algún tipo. Donde, N (universo) es de 25.000 niños (fuente: proyecciones demográficas e indicadores demográficos de Bogotá, Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría de Planeación, suplemento periódico el TIEMPO, Abril 26 de 2009)

Población de estudio: Escolares del grupo de edad entre cuatro y siete años cumplidos en la localidad de chapinero que acuden regularmente a Colegios y Jardines.

#### 3.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Niños sanos, sin estrabismo, sin ametropía o con corrección óptica, con agudeza visual de 20/20 o más, con hipermetropía menor de 1.00 D, miopía menor de 0.25 D y astigmatismo menor de 1.50 D. Nacidos a término, cuyos padres o acudientes aceptaron que el niño participara en el estudio.

### 3.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA:

280 mediciones (ojos tomados como unidades de medición)

El tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula hipótesis nula de una población específica, error tipo I 0,05 y error tipo II 0,20, desviación estándar 0,07 promedio esperado en la hipótesis nula 0,11, promedio esperado en la Ho 0,12.

### 3.6 VARIABLES

Dependiente: Sensibilidad al contraste

Independiente: Edad cronológica

VARIABLE	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Edad	Cuantitativa, de razón	Años
Sensibilidad al Contraste	Cuantitativa, de intervalo	Ciclos por grado

### 3.7 PROCEDIMIENTO

#### 3.7.1 Recolección de Datos

a. Consentimiento informado: Al paciente o su acudiente se le explicó el objetivo de la investigación, los beneficios y ausencia de efectos adversos con la aplicación de los test. Una vez aceptada la participación se pidió la firma del consentimiento informado, de uno de los padres de la familia y en su defecto del acudiente (Anexo 1).

b. Historia clínica: Se elaboró una historia clínica optométrica simplificada, para verificar que los criterios de inclusión se cumplieran (Anexo 2).

c. Sensibilidad al contraste con el FACT: Formato de hoja de registro de test de sensibilidad al contraste (Anexo 3).

## Protocolo de Aplicación del FACT

Las indicaciones precisas sobre la forma de aplicar el test se hicieron de acuerdo al instructivo del fabricante, de la siguiente manera.(Anexo 3)

- a. Colocar la cartilla a nivel de ojos sobre una pared en un área donde reciba iluminación uniforme. Tanto las sombras como el deslumbramiento sobre la cartilla puede afectar en forma adversa la medición de SC,
- b. El paciente debe ver la cartilla a diez pies ( 3 metros) ,
- c. El FACT, está diseñado para medir en forma precisa la SC con una iluminación normal, de 30 a 60 pies- Lambert. Para una medición constante, la luminancia debe mantenerse constante de un área a otra y de una sesión a otra,
- d. Utilice el fotómetro, para medir la luminancia de la cartilla, evalúe las cuatro esquinas, sosteniendo el fotómetro a 2 pulgadas (5 cm) de la cartilla, asegurándose que la se mantenga en la zona verde el indicador. Para activar el medidor, presione en el cuadrado marcado y sosténgalo. Si el indicador rojo, está al lado izquierdo, significa que la iluminación no es suficiente. Si está al lado derecho, hay mucha luz.
- e. Algunas veces es necesario iluminación adicional, para obtener la luminancia apropiada. Se recomienda utilizar bombillas de 75 watts, montadas sobre una mesa o silla que esté cerca a la cartilla. Las luces, deben colocarse en el techo directamente encima de la cartilla. Las luminarias fluorescentes o incandescentes son igualmente satisfactorias si se obtiene el mismo rango de iluminación.
- f. El fotómetro incluido con el sistema, permite la estandarización de la iluminación del test, lo que permite comparar sus resultados con nuestro rango normal de población y la guía equivalente de AV, y el seguimiento de una enfermedad ocular durante un periodo de tiempo.
- g. La región sombreada de la hoja de registro del FACT, muestra el rango normal de SC bajo condiciones de iluminación específicas a la distancia indicada.
- h. La normalidad de la población y la guía equivalente de AV, solamente son válidas bajo estas condiciones, si las lecturas de iluminación no caen dentro del área verde (30-60 pies- Lambert), no se pueden comparar los datos a la normalidad de población o utilizar la guía equivalente de AV (Instructivo, Vistech consultans inc.)

Los niños fueron instruidos verbalmente sobre la manera de responder, una vez verificada la interpretación, el niño se ubicaba a 3 metros del Test, se procedía a ocluir el ojo izquierdo con parche pirata y el niño con su mano indicaba la dirección del enrejado (inclinado a la derecha, la izquierda o recto) cada uno de los nueve círculos en la fila A (frecuencia espacial 1.5 ciclos por grado), de izquierda a derecha. Cuando el niño se equivocaba, se repetía del círculo anterior para verificar, posteriormente se marcaba en la hoja de registro el círculo correspondiente. Sucesivamente se procedía con las cuatro filas siguientes correspondientes a las demás frecuencias espaciales (3.0. 6.0. 12 y 18 ciclos/grado). A continuación se repetía la prueba para el ojo izquierdo.

En la hoja de registro, se unen los puntos correspondientes a las respuestas correctas de cada ojo, obteniendo así una curva de sensibilidad que se puede diferenciar con colores diferentes (rojo el ojo derecho y azul el ojo izquierdo, por ejemplo).



## 4. RESULTADOS

El análisis de los datos se realizó en el programa SPSS v15. La información se recolectó en un formato con la variable socio-demográficas (edad) y de valoración de función visual con el test FACT, con sus diferentes frecuencias espaciales.

Para determinar los valores de normalidad clínica en cada una de las frecuencias espaciales de sensibilidad al contraste, se verificó si estos seguían una distribución normal o no y se calcularon además algunas medidas descriptivas (media, desviación estándar, mediana, rango intercuartílico, mínimo y máximo) para cada ojo (derecho e izquierdo), tomando cada ojo como unidad de medida de observación.

Los datos se agruparon de acuerdo a la clasificación establecida según la edad, agrupados en dos: un grupo de cuatro a cinco años (grupo 1) y el otro de seis a siete años de edad (grupo 2), relacionándola con las diferentes frecuencias espaciales: 1.5, 3.0, 6.0, 12 y 18 ciclos/grado.

### 4.1 DISTRIBUCIÓN POR GRUPOS DE EDAD

El análisis se realizó con una muestra de 140 niños (280 ojos tomados como unidades de medición) con edades comprendidas entre 4 y 7 años. La media para la edad fue de  $5.75 \pm 0.8$  años (ver figura 9). Se observa como la mayoría de niños tenían una edad entre cinco y seis años y al agruparlos como se mencionó anteriormente (1 y 2), se observa que hay un porcentaje un poco mayor de niños en el segundo grupo.

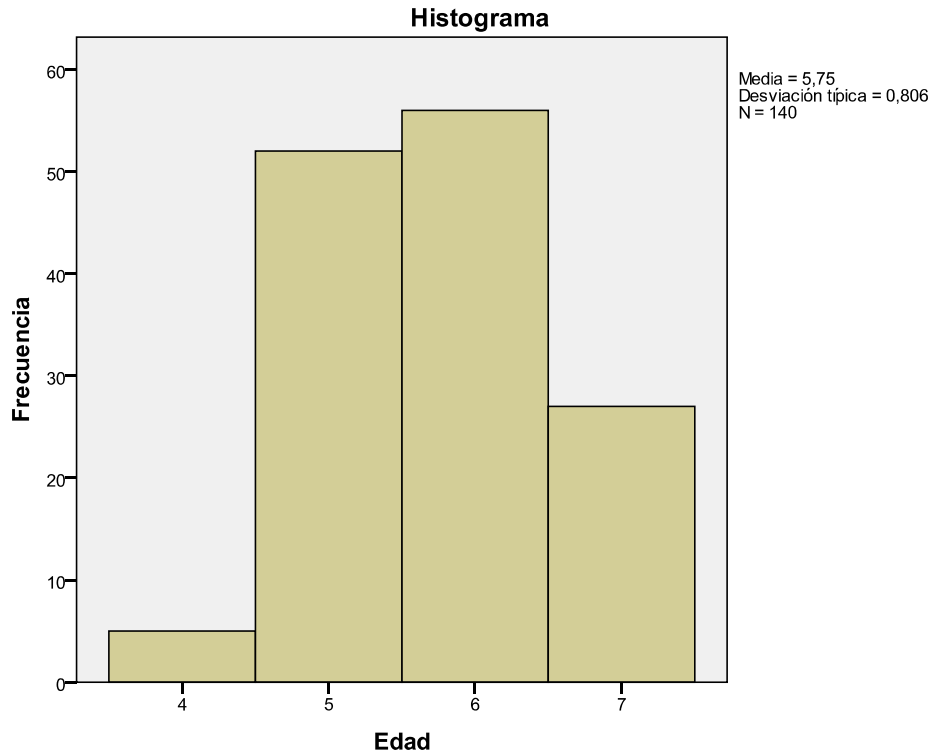


Figura 9. Distribución por edad, de los niños de la muestra entre cuatro y siete años de edad

#### 4.2 CURVA DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Valorar la sensibilidad al contraste con las diferentes frecuencias espaciales, es lo mismo que determinar el umbral de contraste para cada una de ellas, cinco en total: A (1.5 ciclos/grado), B (3.0 ciclos/grado), C (6.0 ciclos/grado), D (12.0 ciclos/grado) y E (18.0 ciclos/grado), con éste grupo de mediciones se obtiene una curva de "normalidad", para la muestra evaluada.

Entonces una vez obtenidos los valores de umbral de contraste para cada una de las frecuencias, se les aplicó la prueba de normalidad a cada una de estos y se observó que no presentaron normalidad en ninguno de los ojos, por lo tanto, se trabajó con la mediana y el rango intercuartílico (diferencia entre el percentil 75 y el percentil 25) para encontrar los intervalos de normalidad clínica de SC, en los diferentes grupos de edad 1 y 2 y en conjunto (1 con 2).

El análisis estadístico de las mediciones que se realizaron en los pacientes de la muestra, se agrupó por frecuencias espaciales, sin especificar si trataba de ojo derecho o de ojo izquierdo,

puesto que ésta función si es normal clínicamente, debe ser igual en ambos ojos (derecho e izquierdo).

Una vez establecida la no normalidad de los datos, se trabajó con el valor de las medianas de cada una de las frecuencias espaciales en ojo derecho y ojo izquierdo y se realizó la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para ver si existían diferencias entre ellas, (Tabla 1), se observo que no hay diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las frecuencias espaciales; del ojo derecho, el ojo izquierdo y ambos ojos.

Tabla 1. Medias y Medianas de las diferentes Frecuencias Espaciales de SC para cada ojo y ambos ojos.

<b>Frecuencia espacial</b>		<b>Ojo Derecho</b>	<b>Ojo Izquierdo</b>	<b>Total AO</b>	<b>test U de Mann Whitney (p)</b>
A (1.5)	Media $\pm$ DE	6,39 $\pm$ 1,19	6,49 $\pm$ 1,20	6,44 $\pm$ 1,19	0,579
	<b>Mediana <math>\pm</math> RQ</b>	<b>7 <math>\pm</math> 1</b>	<b>7 <math>\pm</math> 1</b>	<b>7 <math>\pm</math> 1</b>	
	(Mínimo; Máximo)	(1; 8)	(2; 9)	(1; 9)	
B (3.0)	Media $\pm$ DE	6,23 $\pm$ 0,78	6,30 $\pm$ 0,97	6,26 $\pm$ 0,88	0,651
	<b>Mediana <math>\pm</math> RQ</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	
	(Mínimo; Máximo)	(4; 9)	(2; 9)	(2; 9)	
C (6.0)	Media $\pm$ DE	6,31 $\pm$ 0,90	6,33 $\pm$ 1,08	6,32 $\pm$ 0,99	0,815
	<b>Mediana <math>\pm</math> RQ</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	
	(Mínimo; Máximo)	(3; 9)	(0; 9)	(0; 9)	
D (12.0)	Media $\pm$ DE	5,98 $\pm$ 1,15	5,93 $\pm$ 1,35	5,95 $\pm$ 1,25	0,824
	<b>Mediana <math>\pm</math> RQ</b>	<b>6 <math>\pm</math> 2</b>	<b>6 <math>\pm</math> 2</b>	<b>6 <math>\pm</math> 2</b>	
	(Mínimo; Máximo)	(3; 9)	(0; 9)	(0; 9)	
E (18.0)	Media $\pm$ DE	5,76 $\pm$ 1,57	5,74 $\pm$ 1,52	5,75 $\pm$ 1,54	0,877
	<b>Mediana <math>\pm</math> RQ</b>	<b>6 <math>\pm</math> 2</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	<b>6 <math>\pm</math> 1</b>	
	(Mínimo; Máximo)	(0; 9)	(0; 9)	(0; 9)	

#### 4.3 VALORES DE NORMALIDAD PARA CADA UNA DE LAS FRECUENCIAS

Los valores de normalidad clínica en cada una de las frecuencias espaciales (1.5, 3.0, 6.0, 12 y 18 ciclos/grado), se establecieron a partir de la mediana y su respectivo rango intercuartílico (diferencia entre el percentil 75 y el percentil 25), lo que determinó un intervalo donde se deben encontrar los valores para que presenten normalidad clínica. Determinando que para la frecuencia A de 1.5 ciclos por grado, los valores se encuentran entre 6 y 8; para la frecuencia B de 3.0 ciclos por grado, los valores se encuentran entre 5 y 7; para la frecuencia C de 6.0 ciclos por grado, los valores se encuentran entre 5 y 7; para la frecuencia D de 12.0 ciclos por grado, los valores se encuentran entre 4 y 8; para la frecuencia E de 18.0 ciclos por grado, los valores

se encuentran entre 5 y 7. Se establece que el mejor valor del umbral (8) corresponde a la prueba ocho de la frecuencia A y D y el menor, (4) corresponde a la prueba de la frecuencia D. Lo que significa que no necesariamente las frecuencias más bajas tienen la mejor respuesta, ni las más altas la más baja. (Tabla 2)

Tabla 2. Intervalos de los valores normales de sensibilidad al de cada una de las frecuencias espaciales de contraste para la totalidad de los ojos (280), entre los 4 y 7 años de edad

<b>Frecuencia espacial</b>	<b>Valores normales</b>
A (1.5)	6 - 8
B (3.0)	5 - 7
C (6.0)	5 - 7
D (12.0)	4 - 8
E (18.0)	5 - 7

Como se explicó anteriormente, la muestra de niños se agruparon en dos: de cuatro a cinco años de edad (grupo 1) y de seis a siete años de edad (grupo 2), para los cuales se establecieron los valores de normalidad. (Tabla 3). Al comparar ambas tablas, se destaca que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edades para las frecuencias A, B, C y D, mientras que para la frecuencia E sí hay diferencias estadísticamente significativas, lo que se podría explicar puesto que ésta prueba de mayor dificultad y se observa como tiene un rango mayor para el grupo de edad mayor, que se podría interpretar como maduración neurológica en la función de sensibilidad al contraste.

La Tabla 3. Intervalos para los valores normales de sensibilidad al contraste, para cada una de las frecuencias espaciales de contraste para la totalidad de los ojos (280 ojos), según en el grupo de edad: el primero de 4 hasta 5 años y el segundo de 6 hasta 7 años de edad.

<b>Frecuencia espacial</b>	<b>4-5 años ( Grupo 1)</b>	<b>6-7 años (Grupo 2)</b>	<b>test U de Mann Whitney (p)</b>
A (1.5)	6 - 8	6 - 8	0,231
B (3.0)	5 - 7	5 - 7	0,879
C (6.0)	5 - 7	5 - 7	0,720
D (12.0)	5 - 7	4 - 8	0,272
E (18.0)	4 - 6	4 - 8	<b>0,019</b>

Resumiendo, los datos no presentaron normalidad para ninguna frecuencia en ninguno de los grupos de edades estudiados, por lo que se trabajó con la mediana y el rango intercuartílico para encontrar los intervalos de normalidad para la sensibilidad al contraste. Se realizó la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para detectar diferencias entre los grupos de edades y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las frecuencias A, B, C, D, pero si se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de edades para la frecuencia E.

#### 4.4 CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

La curva de sensibilidad al contraste de normalidad clínica, se construye a partir de los valores de normalidad dados por la mediana y el rango intercuartílico (diferencia entre el percentil 75 y el percentil 25). El rango establecido para el grupo 1, para pacientes con edades entre 4 y 5 años se puede observar en la Figura 10 y 11 para pacientes con edad entre 6 y 7 años, y en el Figura 12, todos los pacientes en conjunto con edades entre 4 y 7 años.

Figura 10. Valores normales de sensibilidad al contraste en niños entre 4 y 5 años (relacionados con la mediana y el rango intercuartílico)

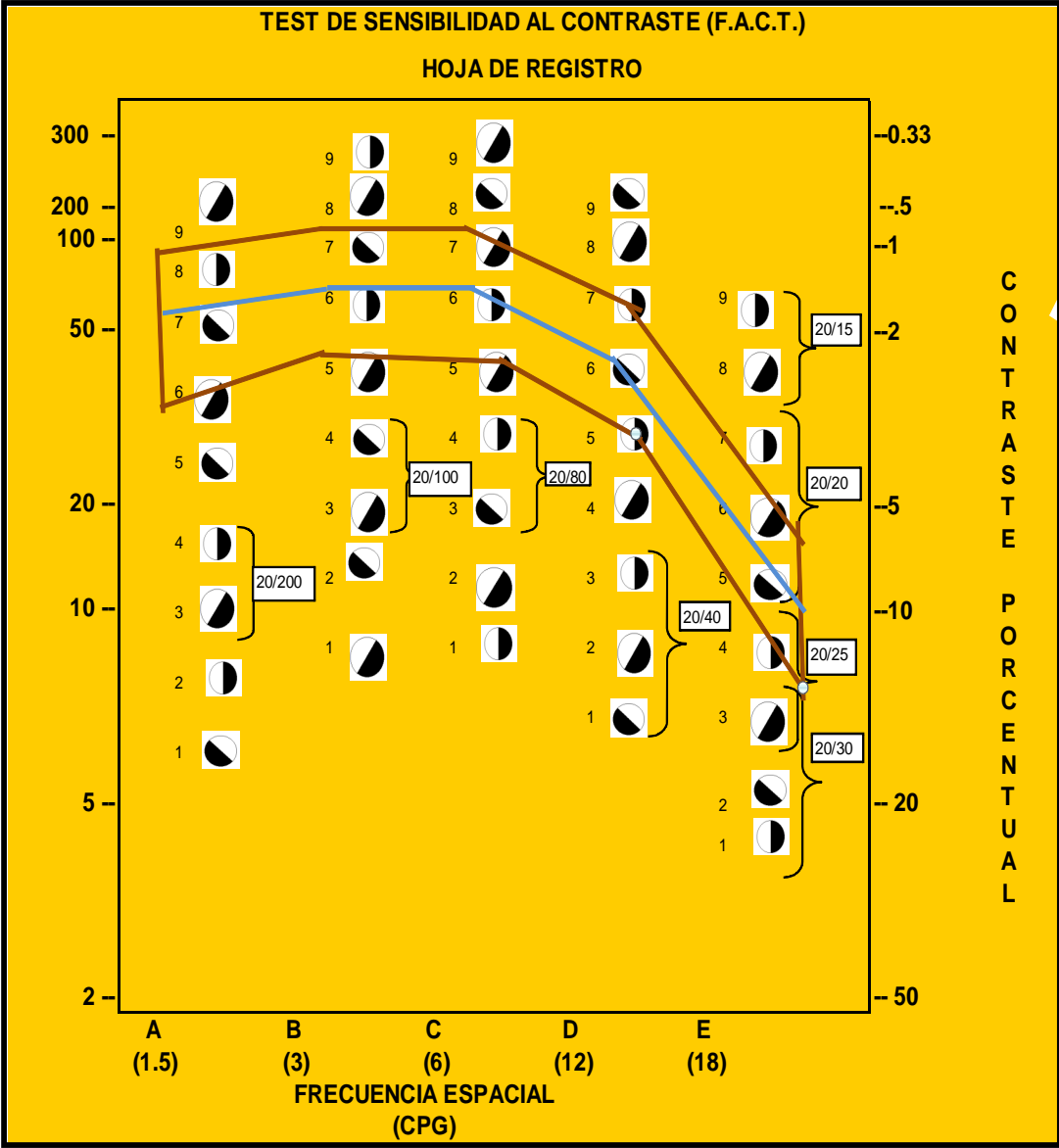
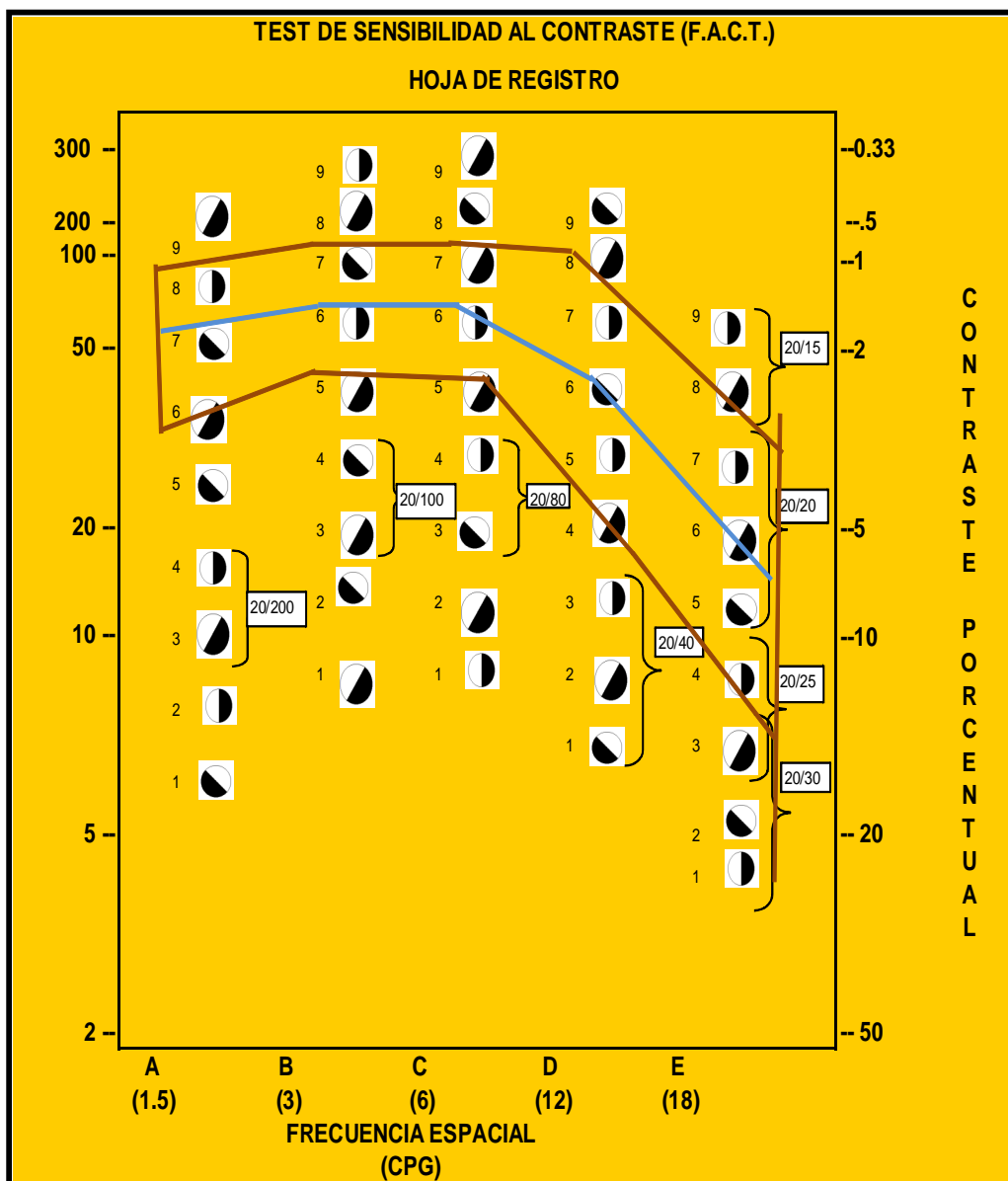


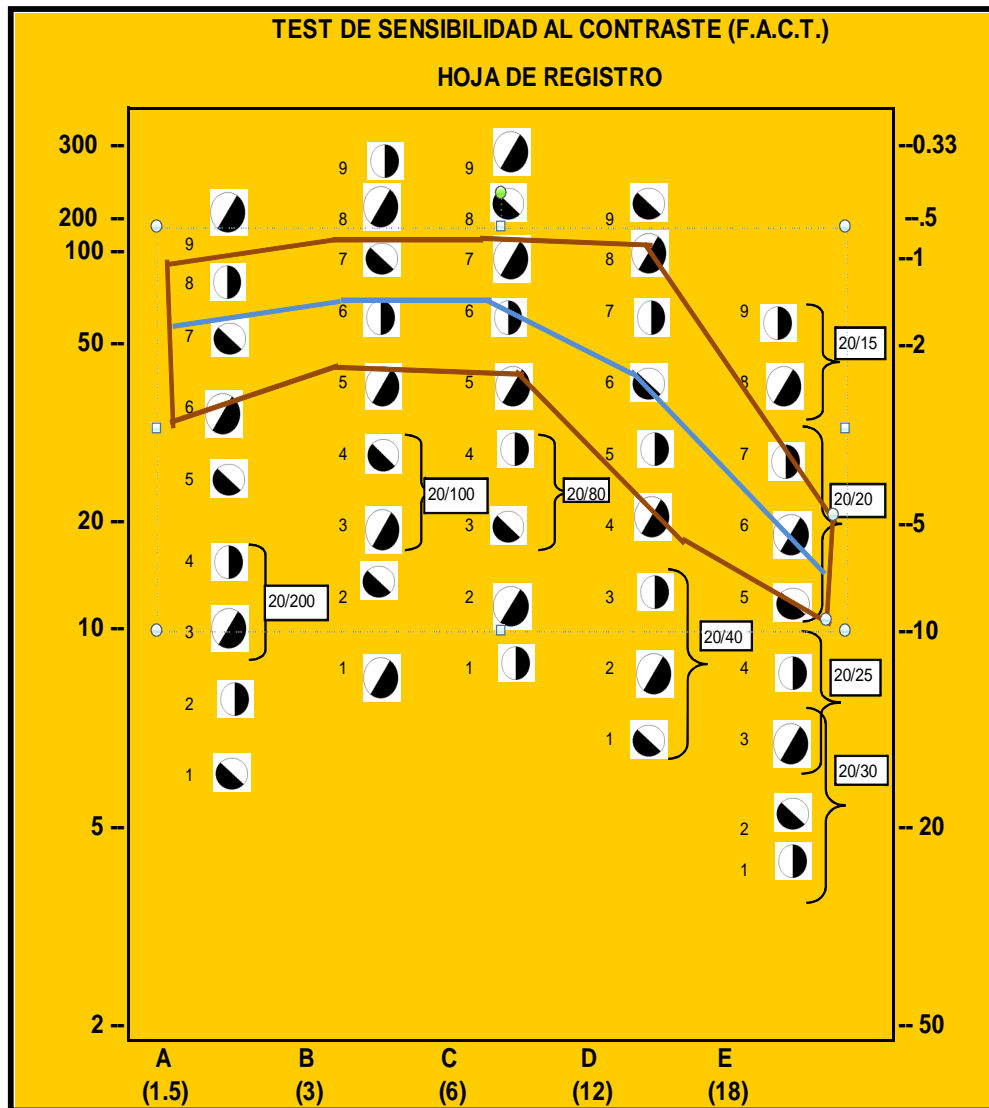
Figura 11. Valores normales de sensibilidad al contraste en niños entre 6 y 7 años (relacionados con la mediana y el rango intercuartílico)



Al comparar los gráficos de los dos grupos de edad por separado, se observa como el rango se amplía en la frecuencia de 18.0 ciclos por grado, en el grupo de mayor edad (2). Y de forma análoga, la curva de SC tiende a los umbrales menores, esto es la de mayor grado de dificultad.

Al unir los grupos 1 y 2, se obtiene un rango intercuartílico, que corresponde al máximo y el mínimo de los niveles de contraste, con su respectiva mediana (ver Figura 12), para las frecuencias espaciales más bajas: A, B, C el rango de SC es menor y que para la frecuencia D (12.0 ciclos/por grado) el rango se amplía, más no para la E (18.0 ciclos/grado).

Figura 12. Valores normales de sensibilidad al contraste, grupo 1 y 2 (relacionados con la mediana y el rango intercuartílico) entre 4 y 7 años de edad





Una vez obtenidos los rangos de normalidad para los grupos de edad del estudio, adicionalmente se compararon estos con los establecidos para adultos, de acuerdo a la hoja de registro suministrada por el fabricante del FACT.

Tanto para el grupo 1 y 2 independientemente como en conjunto, se observó que los rangos es menor amplitud para los niños comparados con los del adulto (ver Figura 13, 14 y 15).

Figura 13. Valores de normalidad para el Grupo 1, comparado con adultos

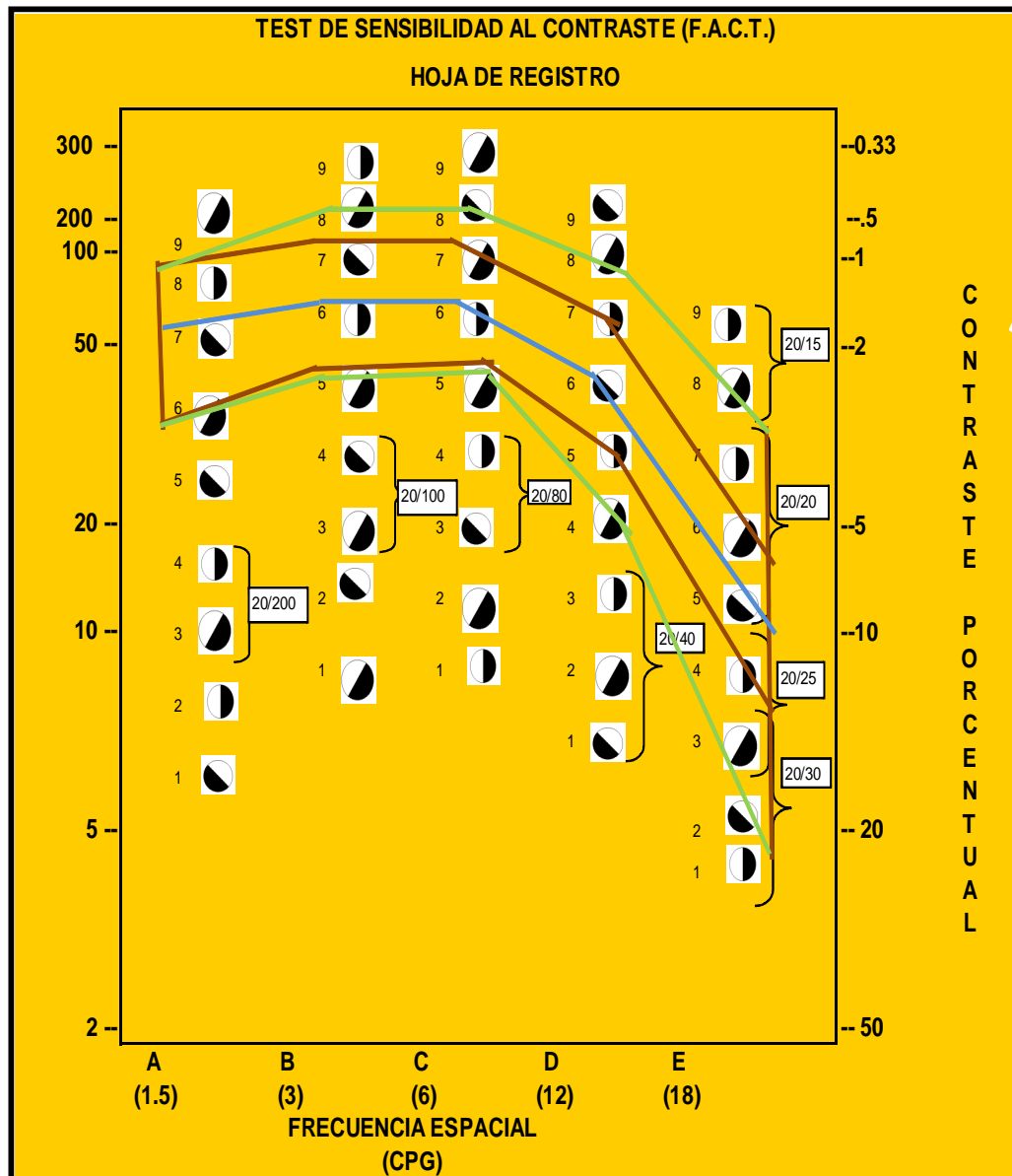


Figura 14. Valores de normalidad para el Grupo 2, comparado con adultos

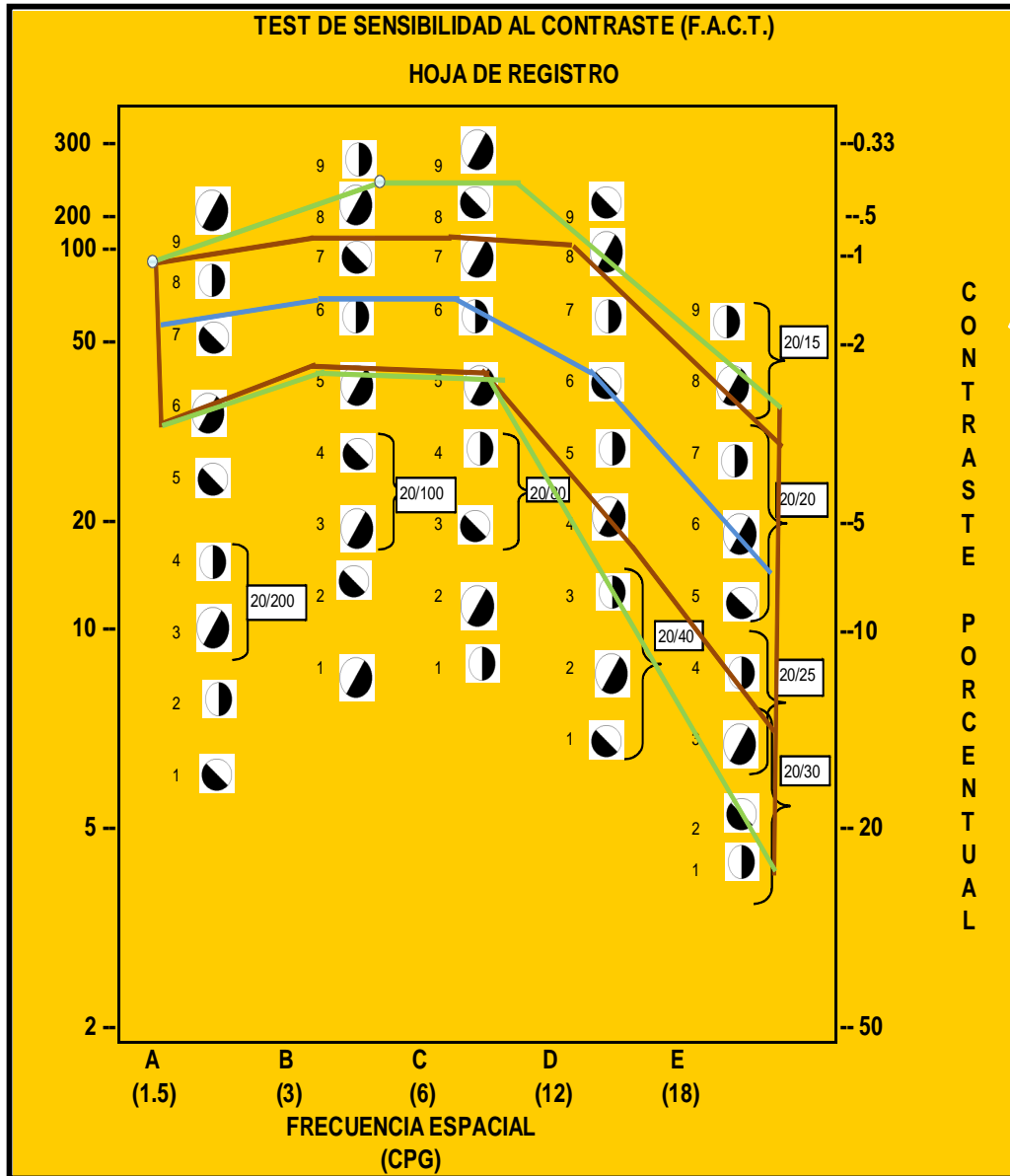
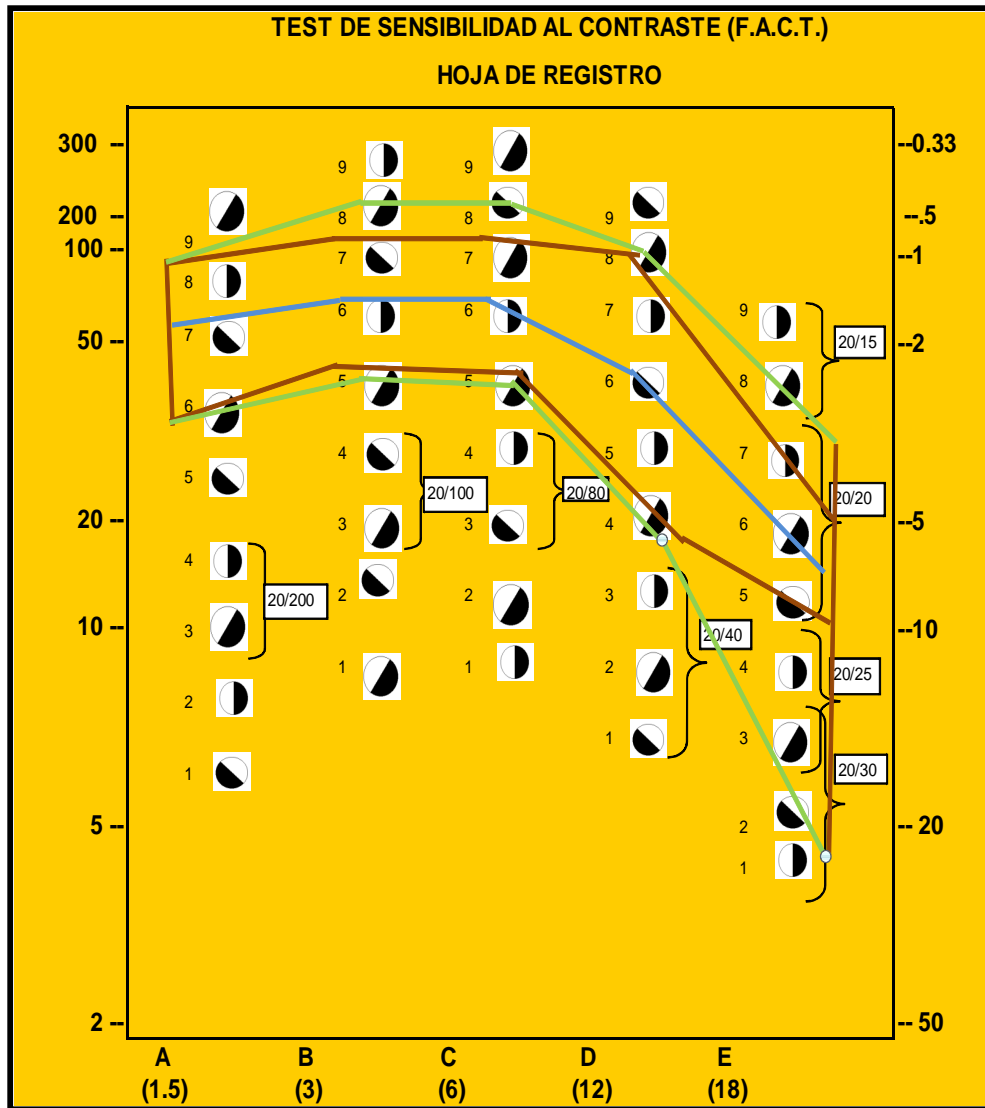


Figura 15. Valores de normalidad para el Grupo 1 y 2, comparado con adultos



## 5. DISCUSIÓN

Dentro de diferentes estudios en SC en niños, se ha privilegiado estudiar el desarrollo de ésta función, puesto que es determinante conocer el momento en que se puede comparar con el desarrollo del adulto, por lo anterior, desde la década de los ochenta se hicieron estudios con métodos psicofísicos que agrupaban niños de diferentes edades y se contrastaban con adultos (ver Tabla 4). Todos ellos coinciden en que el desarrollo de la SC va madurando con los años, los estudios más antiguos indican que desde los 4-10 años es equiparable con la de los adultos (Atkinson et al., 1981; Defereldt et al., 1979; Elleberg et al., 1999; Scharre et al., 1990; Gwiazda et al., 1997).

Otros más recientes, como los de Benedek et al. (2003), indican que existen diferencias entre niños de 5-6 años comparándolos con los de 9-10 años y el de Leat & Weagmann (2004), que la SC madura a nivel del adulto entre los 6-8 años de edad. Todo lo anterior, al contrastarlo con los hallazgos de éste estudio muestra similitud, puesto que al comparar el grupo de menor edad (grupo 1, de 4-5 años) frente al de mayor edad (grupo 2, 6 -7 años), se observó cómo el rango de sensibilidad aumentaba para la frecuencia espacial más alta (E, 18 ciclos/grado). Ratificando lo anterior, la SC madura en forma proporcional con la edad del niño, mostrando un cambio importante a las frecuencias más altas durante el desarrollo (Peterzell et al., 1993). Esto se explica por diferencias en la maduración de los canales neuronales subyacentes de frecuencias espaciales. (Adams & Courage, 2002). En forma similar, se señala que la agudeza de enrejado, alcanza los valores del adulto a los 6 años de edad, puesto que la función de SC aumenta a través de todas las frecuencias espaciales con la edad (Elleberg et al., 1998)

Tabla 4. Estudios de desarrollo de SC en niños de 5 años y más

ESTUDIOS PSICOFÍSICOS	MÉTODO PSICOFÍSICO	NÚMERO DE SUJETOS	RESULTADOS
Atkinson et al. (1981)	Escalamiento psicofísico	6 niños de 4 años 6 adultos	Existen diferencias entre los niños de 4 años y los adultos
Defereldt et al. (1979)	Método del ajuste bajo el control del observador	10 niños de 6-10 años 12 adultos	No hay diferencias en SC de niños de 6-10 años comparada con adultos
Elleberg et al. (1999)	Métodos de los límites (si/no). SC estática y temporal	24 niños y 24 adultos	Nivel del adulto con SC estática a los 7 años, no a los 6.
Benedek et al. (2003)	Métodos de los límites (si/no).	35 niños de 5-6 años, 15 niños de 7-8 años, 19 niños de 9-10 años, 59 niños de 11 a 12 años,	Para SC estática, los niños entre 5 y 6 años mostraron diferencias respecto a los de 9 a 10 años.  Para SC dinámica, los niños de 9 a 10 años mostraron diferencias con los de 11 y 12 años.
Abramov et al. (1984)	Método de los límites descendiente	17 niños entre 5 y 8 años 50 adultos	La SC de los 6-8 años fue menor que los adultos en 0.3 unidades log.
Scharrre et al. (1990)	Cartilla Vistech (Mirada preferencial)	55 niños de 7 años y 50 adultos	No logra la SC del adulto hasta los 7 años. Aumenta a través de las frecuencias espaciales con la edad

Leat & Wegmann (2004)	Cartilla Pelli-Robson	17 niños de 6-8 años 15 adultos	SC del adulto a los 6-8 años
Gwiazda et al. (1997)	Escalamiento psicofísico para niños y adultos	13 niños entre 7-8.6 años 15 adultos	SC del adulto a los 8 años

Respecto a los datos de normalidad, Scharre, Cotter, Block y Kelly en los años noventa, con la prueba Vistech a distancia, en una muestra de 286 niños con edades entre 3 y 7, se mostraron significativamente menos sensibles que los adultos (Scharre & Cotter, et al, 1990)

En el año 92, también se valoró la SC en bebés entre uno y doce meses, con tarjetas de enrejado con cinco frecuencias especiales de 0.3, 0.6, 1.2, 2.4 y de 3.6 ciclos por grado a 60 cm, concluyendo que el proceso de evaluación del contraste por éste método es sencillo, rápido y económico frente a otros métodos (Adams et al, 1992). Posteriormente, en la universidad de Newfoundland (Canadá), se reiteró que la evaluación de ésta función visual, podría proporcionar un prototipo de un instrumento clínico que diagnostique una disfunción visual y neurológica tempranamente (Adams & Courage, 1993).

En cuanto a la evolución de la SC en diferentes grupos de edad, Adams y Courage, incluyeron niños entre los 4 -10 años de edad y al compararlos con estudios previos de bebés y niños pequeños, concluyeron que la SC alcanza el nivel del adulto a los 9 años de edad (Adams & Courage, 2002). Además, para las frecuencias altas se demostró que no pueden ser evaluadas desde el nacimiento y que muestran una mejoría dramática los tres primeros años, mientras que las frecuencias bajas tienen un desarrollo más gradual.

En Colombia, se estableció una curva de normalidad de sensibilidad para niños entre 6 y 12 años (106 ojos) que no presentaba diferencias significativas por factores de edad, género, ojo dominante o estado refractivo, para las diferentes frecuencias espaciales del FACT, exceptuando el caso de astigmatismos corregidos con visión de mínimo de 20/30 donde las frecuencias 6.0 y 12.0 (C y D), si presentaron diferencias significativas (López, 2003). En el 2010, se empleó el CVS 1000 en niños entre 7 y 10 años de edad en una muestra de 100 ojos, concluyendo que el test proporciona una medida rápida de la SC en niños de educación básica primaria, pero también se demostró que presentaba una baja reproductibilidad, lo que limitaría su utilidad en el seguimiento de cambios de la visión de los infantes. (León et al., 2010).

Contrastando con los hallazgos anteriores, en este estudio la función de SC, valorada para las diferentes frecuencias espaciales (1.5, 3.0, 6.0, 12.0 y 18.0), no presentan diferencias estadísticamente significativas, siendo este hallazgo también coincidente con un estudio previo, realizado en Bogotá, en donde se observó que la curva de normalidad de sensibilidad al contraste medida con el FACT, para niños entre 6 y 12 años no se vio afectada por factores de edad, género, ojo dominante o estado refractivo, para las diferentes frecuencias espaciales del FACT (López, 2003).

Al comparar el grupo 1 (cuatro a cinco años) con el grupo 2 (seis a siete años), se observa como el rango de frecuencias espaciales altas se amplía para el grupo de mayor edad, que coincide con estudios precedentes que muestran como la SC madura en forma proporcional con la edad del niño por ejemplo, uno muestra un cambio importante a las frecuencias más altas durante el desarrollo ( Peterzell et ál., 1993), otro señala que las frecuencias bajas tienen un desarrollo más gradual y lo explica por diferencias en la maduración de los canales neuronales subyacentes de frecuencias espaciales. (Adams & Courage, 2002). En forma similar, se señala que la agudeza de enrejado, alcanza los valores del adulto a los 6 años de edad, puesto que la función de SC aumenta a través de todas las frecuencias espaciales con la edad (Elleberg et ál., 1998)

## 6. CONCLUSIONES

Se determinaron los valores de normalidad para sensibilidad al contraste con el FACT, en una muestra de niños entre cuatro y siete años de edad, de la localidad de chapinero en la ciudad de Bogotá, aunque los rangos y la mediana para cada una de las frecuencias espaciales del FACT estaban enmarcadas dentro de los rangos de normalidad para el adulto establecido por el fabricante del test, se observó que existían diferencias en el desarrollo de la SC entre los grupos 1 y 2, mostrando mayor amplitud en el grupo de mayor edad.

Los valores de normalidad de SC para niños entre los 4 y los 7 años de edad están enmarcados dentro de los rangos establecidos por el creador del FACT para adultos, sin embargo, de menor amplitud como lo ratifican estudios anteriores, demostrando que el desarrollo de la función ( SC) no se completa aun a esa edad.

De acuerdo a los valores de normalidad obtenidos mediante éste estudio y de acuerdo a los parámetros establecidos por el fabricante, es importante ajustar la hoja de registro para poder evaluar niños entre cuatro y siete años de edad.



## 7. RECOMENDACIONES

Un test clínico aislado, no es concluyente en cuanto a la situación de salud visual en un niño, pero una prueba de la que se tenga certeza, permite confirmar o rechazar un posible diagnóstico. Para lo cual esta prueba con parámetros de medición claros, favorecería esclarecer diagnósticos dudosos, favoreciendo una mejor correlación de datos.

Se recomienda comparar niños de las mismas edades de zonas urbanas y rurales, para establecer si existen diferencias, por causa de estimulación cognitiva diferente.

Hacer un estudio que compare pruebas de tipo subjetivo con las de carácter objetivo, es decir, pruebas de electro-diagnóstico frente a pruebas psicofísicas, para establecer diferencias entre ambas pruebas y su confiabilidad.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Adams, R.J., Mercer ME, Courage ML, (1992). A new technique to measure contrast sensitivity in human infants. *Optometry and Vision Science*; 69, 440-446

Adams, R. J. & Courage, M. L. (1993). Contrast sensitivity in 24- and 36-month-olds as assessed with the contrast sensitivity card procedure. Memorial University of Newfoundland, St. John's

Adams, R. J. & Courage, M. L. (2002). Using a single test to measure human contrast sensitivity early childhood to maturity. *Vision Research*, 42(9): 1205-1210

Atkinson J, French J, Braddick O (1981). Contrast sensitivity function of preschool children. *British Journal of Ophtalmology*, 65: 525-529

Becker, R. , Hübsch, S. , Gräf, M.H. & Kaufmann H .(2002). Examen de los niños pequeños con Lea símbolos. Departamento de estrabología y neuroftalmología, de la Universidad de Giessen, , Alemania.

Benedek G, Benedek K, Kéri S & Janáky M (2003).The scotopic low-frequency spatial contrast sensitivity develops in children between the ages of 5 and 14 years. *Neuroscience Lett.* 345:161-164

Blakemore C. & Campell W., (1969). On the existence of neurones in the human visual system selectively to the orientation and size of retinal images. *Journal of Phyeiol.*, 203 : 237-260

Bodis-Wollner I. (1980). Detection of visual defects unising the contrast sensitivity funtion. *Int Ophthalmology Clinics.* 20: 135-153

Borish I. M., (1975) Nutrición y desarrollo visual. 3ra Ed. : Butterworth – Heinemann

Catalá, M.J., Castany, A., (2005) Pruebas electrofisiológicas: qué, cuándo, cómo y porqué. [www.nexusediciones.com/pdf/ao 13 8-29](http://www.nexusediciones.com/pdf/ao_13_8-29)

Cavender S.A., Hobson R.R., Chao G.M., Weinstein G.W. & Odom V. (1992) Comparison of preoperative IO-Hz visual evoked potential to contrast sensitivity and visual acuity after cataract extraction. Department of ophthalmology, Morgantown, 81: 181-182

Cox MJ, Norman JH, Norman P. (1999) The effect of surround luminance on measurements of contrast sensitivity. , Sep;19, 401-414

Derefeldt G, Lennerstrand G & Lundh B. (1979). Age variations in normal human contrast sensitivity. Acta of Ophthalmology; 57: 679-690

Drover J.R., Coruge ML, Dalton SM & Adams RJ. (2006): Accuracy of the contrast sensitivity card test for infants: retest variability and prediction of spatial resolution. Optometry & Vision Science. 83(4): 228-232

Enroth-Cugell y Robson JG (1966) Enroth-Cugell C and Robson JG. The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. Journal of Physiology, 187, 517-552.

Elleberg D., Lewis T.L., Liu C.H., & Maurer D., (1999). Development of spatial and temporal vision during childhood. Vision Research; 39: 2325-2333

Ginsburg AP. (2004) Vision channels, contrast sensitivity, and functional vision Proc. SPIE, Vol. 5292, 15

Gwiazda J, Bauer J, Thorn F & Held R (1997). Development of spatial contrast sensitivity from infancy to adulthood: Psychophysical data. Optometry & Vision Science. ;74:785-789.

Leat, S., J., Shute, Rosalyn H. Westall, Carol A. (1999). Children's Assessment. 1ra Edición Boston : Butterworth - Heinemann.

Leat, S.J., & Wegmann, D. (2004) Clinical Testing of Contrast Sensitivity in Children: Age-related Norms and Validity. Optometry and Vision Science, 81(4) , 245-253

Leat, S.J., Yadav, N. & Irving E., D. (2009) Development of Visual Acuity and Contrast Sensitivity in Children. Journal of Optometry 2 , 19-26

León A., Estrada J.M., Quiroz, M. & Bedoya, M. (2010). Fiabilidad del CVS 1000 para evaluar la sensibilidad al contraste en infantes entre 7 y diez años. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular; 8 (1), 19-28

- López, Y. (2003). Curva normal de sensibilidad al contraste (FACT) en niños entre 6 y 12 años en el instituto de investigaciones optométricas. *Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*; 1,25-35
- López, Y. (2009). Importancia de la valoración de sensibilidad al contraste en la práctica optométrica. *Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*; 7,99-114
- Mannis M.J. (1987). Making sense of contrast sensitivity testing. *Archives of Ophthalmology*, 105: 627-629
- Mäntyjärvi M, Laitinen T.( 2001) Normal values for the Pelli-Robson contrast sensitivity test. *Journal of Cataract Refractive Surgery*,27, 261-266
- Michelson A., (1927). *Studies in Optics*. Univeristiy of Chicago Press (([http://colorusage.arc.nasa.gov/luminance\\_cont.php](http://colorusage.arc.nasa.gov/luminance_cont.php), consultado 19 de Septiembre de 2011)
- Medrano S., León A., & Izquierdo M. (2011).Determinación de los cambios en la función de sensibilidad al contraste posterior a la terapia visual en pacientes con diagnóstico de ambliopía refractiva.*Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*; 9 (1),81-89
- Molina, N. (2010). Valores de referencia en optometría. *Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular*; 8,129-136
- Murillo, K & Vargas, M (2003). Estudio de sensibilidad al contraste con el test FACT en pacientes del IIO con ambliopía refractiva entre 6 y 12 años de edad.Tesis de grado, Universidad de La Salle. Bogotá Colombia.
- Najib, J., Majaj, Denis, G. ,Pelli, Peri, Kurshan, & Melanie Palomares ( 1998 ) . El papel de los canales de frecuencia espacial en la letra de identificación .*Psicología y Ciencias Neuronales*.
- Richman, J.E.& Lyons .SA. (2000) Forced choice procedure for evaluation of contrast sensitivity function in preschool children.
- Owaley C. (2003). Contrast Sensitivity. *Ophthalmology Clinics of North Americ a* 171-177
- Peterzell D.H.; Werner J.S. & Kaplan P.S. (1994). Individual differences in contrast sensitivity function: in first months of life in humans. *Vision Rersearch*, 33 (3): 381-396
- Scharre, J.E., Cotter, S.A., Block, S.S & Kelly, S.A. (1990) Normative Contrast Sensitivity Data for Young Children. *Optometry and Vision Scieince*, 67 ( 11):826-832
- Sheiman, M. & Rouse, M.W. ( 2005). *Optometric Management of Learning Related Vision Problems ( 2a Ed.)*. St. Louis MO: CV Mosby

Stephens BR, Banks MS, (1987). Contrast discrimination in human infants. Journal of experimental psychology human perception performance. 13; 558-565

Vistech Consultants, Inc. 4154 Little York Road Dayton, Ohio 45414, U.S.A.  
<http://www.agingeye.net/cataract/Vistech2.pdf>

Woodhouse, J.M., (1983) Practical applications of contrast sensitivity function. Ophthalmic Physiological Optics; 3(3):311-314

#### PÁGINAS WEB CONSULTADAS

<http://www.scielo.br/img/revistas/estpsi/v25n2/a02fig01.gif>

[http://colorusage.arc.nasa.gov/luminance\\_cont.php](http://colorusage.arc.nasa.gov/luminance_cont.php)

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/ftp/sensibilidad\\_al\\_contraste.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interedvisual/ftp/sensibilidad_al_contraste.pdf)

<http://www.pacificu.edu>

<http://www.contrastsensitivity.net/images/fact2.jpg>

[http://www.e-oftalmologia.com/area\\_formacion/investigacion/25.jpg](http://www.e-oftalmologia.com/area_formacion/investigacion/25.jpg)

<http://medicineworld.org/images/blogs/3-2009/pelli-robson-chart.jpg>

<http://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/pictures/vnov072iii9.jpg>

[http://www.ssc.education.ed.ac.uk/resources/pictures/SSreportimg\\_22.jpg](http://www.ssc.education.ed.ac.uk/resources/pictures/SSreportimg_22.jpg)

<http://www.lea-test.fi/en/vistests/instruct/contrast/hidinghe/images/hidingh2.jpg>

<http://www.precision-vision.com/index.cfm/feature/12/d--contrast-sensitivity.cfm>

## GLOSARIO

### FUNCION TRANSFORMADORA DE FOURIER:

Es concebida como una operación matemática que descompone una señal en sus frecuencias constituyentes.

### CONTRASTE:

Diferencias de iluminación entre área adyacentes.

### FUNCION DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Es una curva que describe la sensibilidad al contraste de una persona.

### ONDA SINUSOIDAL:

Es el patrón visual más básico en el cual, cualquier imagen puede descomponerse

### FRECUENCIA ESPACIAL:

La medida básica del tamaño de una imagen. Entre más alta sea la frecuencia espacial el tamaño de la imagen es más pequeño.

### CICLOS POR GRADO:

Número de patrones de barra (blanco- negro) en un grado de ángulo visual.

### CANALES VISUALES:

Grupos especializados de células nerviosas visuales que transmiten la información de la imagen al cerebro. Cada canal visual puede estar afectado por enfermedades, edad, traumatismos o por variaciones normales.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD DE LA SALLE - PROGRAMA OPTOMETRIA  
VALORES NORMALES DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE CON EL FACT

INSTITUCION \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_

EDAD \_\_\_\_\_

MESES \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

GENERO \_\_\_\_\_

F \_\_\_\_\_

M \_\_\_\_\_

YO \_\_\_\_\_

mayor de edad, identificado

con C.C No \_\_\_\_\_

y como  
responsable  
del Niño (a)

\_\_\_\_\_ identificado con TI o RC No \_\_\_\_\_

Autorizo que mi hijo (a) participe en la valoración Optométrica y de sensibilidad al contraste. Teniendo en cuenta que he sido informado del procedimiento que no causa ninguna alteración ni representa ningún riesgo.

Firma y cedula del Acudiente

## ANEXO 2. Historia Clínica Simplificada



UNIVERSIDAD DE LA SALLE - PROGRAMA OPTOMETRIA

VALORES NORMALES DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE CON EL FACT

VALORACION VISUAL

LEA      FACT

INSTITUCION \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_

EDAD \_\_\_\_\_

MESES \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

GENERO

F

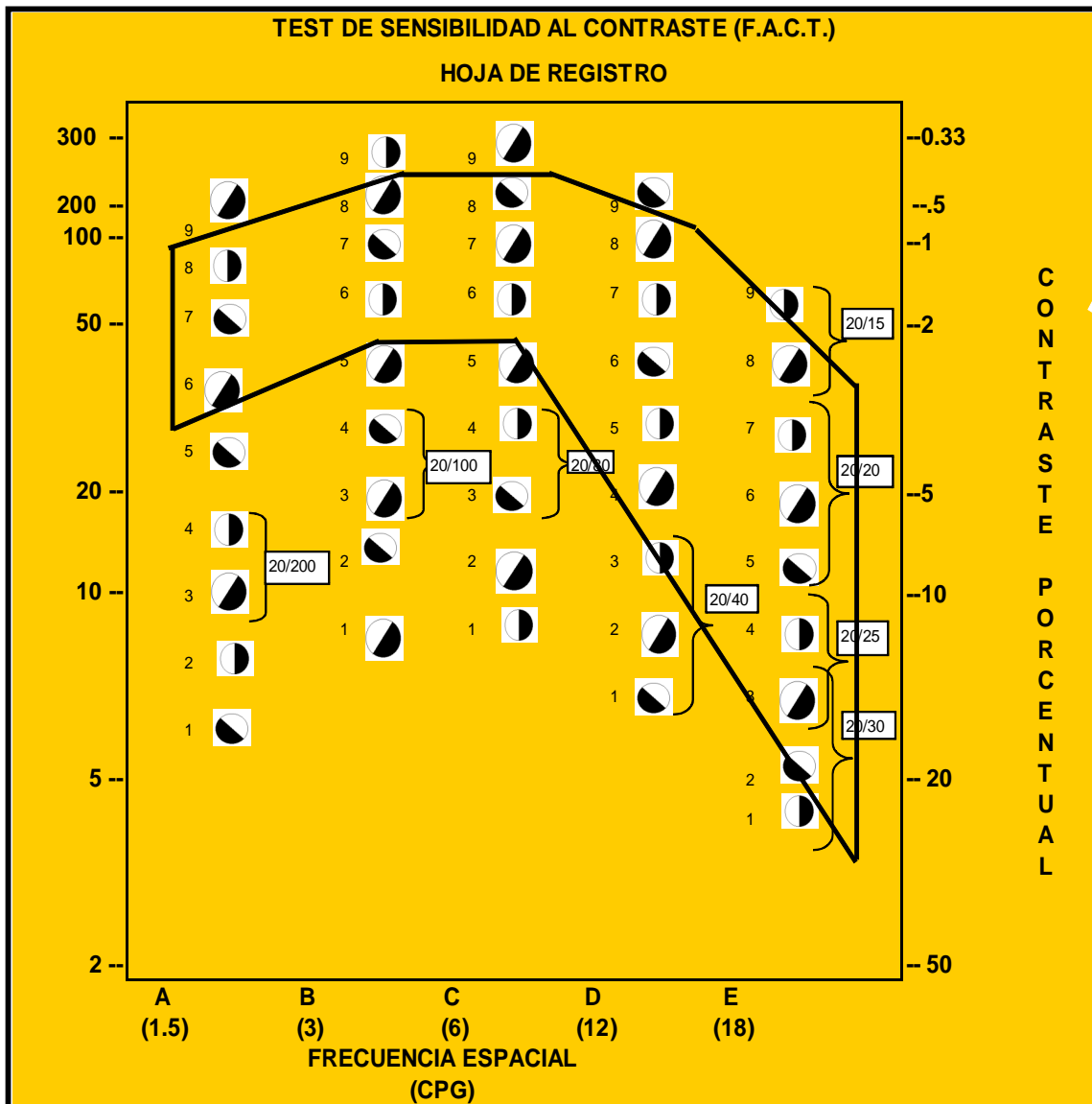
M

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

A.V.	SNELLEN Nos.	LEA Nos.	OD 20/	OI 20/
RETINOSCOPIA DINAMICA			RETINOSCOPIA BAJO CICLOPEGIA	
OD	_____	AV 20/	OD	_____ AV 20/
OI	_____	AV 20/	OI	_____ AV 20/
ESTADO MOTOR	VL		VP	TEST
SUBJETIVO - AFINACION			RX FINAL	
OD	_____	AV 20/	OD	_____ AV 20/
OI	_____	AV 20/	OI	_____ AV 20/



ANEXO 3. Hoja de Registro del FACT



#### ANEXO 4. Protocolo de administración del FACT

- a) Colocar la cartilla a nivel de ojos sobre una pared en un área donde reciba iluminación uniforme. Tanto las sombras como el deslumbramiento sobre la cartilla puede afectar en forma adversa la medición de SC,
- b) El paciente debe ver la cartilla a diez pies ( 3 metros) ,
- c) El FACT, está diseñado para medir en forma precisa la SC con una iluminación normal, de 30 a 60 pies- Lambert. Para una medición constante, la luminancia debe mantenerse constante de un área a otra y de una sesión a otra,
- d) Utilice el fotómetro, para medir la luminancia de la cartilla, evalúe las cuatro esquinas, sosteniendo el fotómetro a 2 pulgadas (5 cm) de la cartilla, asegurándose que la se mantenga en la zona verde el indicador. Para activar el medidor, presione en el cuadrado marcado y sosténgalo. Si el indicador rojo, está al lado izquierdo, significa que la iluminación no es suficiente. Si está al lado derecho, hay mucha luz.
- e) Algunas veces es necesario iluminación adicional, para obtener la luminancia apropiada. Se recomienda utilizar bombillas de 75 watts, montadas sobre una mesa o silla que esté cerca a la cartilla. Las luces, deben colocarse en el techo directamente encima de la cartilla. Las luminarias fluorescentes o incandescentes son igualmente satisfactorias si se obtiene el mismo rango de iluminación.
- f) El fotómetro incluido con el sistema, permite la estandarización de la iluminación del test, lo que permite comparar sus resultados con nuestro rango normal de población y la guía equivalente de AV, y el seguimiento de una enfermedad ocular durante un periodo de tiempo.
- g) La región sombreada de la hoja de registro del FACT, muestra el rango normal de SC bajo condiciones de iluminación específicas a la distancia indicada.
- h) La normalidad de la población y la guía equivalente de AV, solamente son válidas bajo estas condiciones, si las lecturas de iluminación no caen dentro del área verde (30-60 pies-

Lambert), no se pueden comparar los datos a la normalidad de población o utilizar la guía equivalente de AV (Instructivo, Vistech consultans inc.)