

# Importancia de la valoración de sensibilidad al contraste en la práctica optométrica

Yolanda López A. \*

## RESUMEN

La evaluación de la función visual humana incluye la agudeza visual, el campo visual y la sensibilidad al contraste, este test puede ser utilizado como test de rutina cuando los logros del paciente no alcanzan los resultados esperados. El desarrollo de la sensibilidad al contraste en niños tiene una maduración importante los 3 primeros meses de edad hacia la mayoría de las frecuencias espaciales, logrando una función de sensibilidad al contraste equiparable con la del adulto aproximadamente a los 6 meses de edad. Aunque la sensibilidad al contraste (SC) puede tener un valor relativo para tamizaje y diagnóstico, se recomienda hacerlo como parte de la valoración

funcional, especialmente en pacientes de baja visión o discapacidades múltiples, con test específicamente diseñados para ellos. La SC da una información útil, revelando algunas condiciones en las pérdidas de visión que no son identificables mediante los test de agudeza visual (AV), proporcionando un método de monitoreo de tratamientos y un mejor entendimiento de la interpretación de los problemas visuales encontrados en pacientes con alteración de la visión (Owsley, 2003).

**Palabras clave:** sensibilidad al contraste, práctica optométrica.

\* Optómetra Universidad de La Salle. Especialista en Optometría Pediátrica Universidad de La Salle. Estudiante de Maestría en Ciencias de la Visión. Docente investigadora Grupo de investigación de Optometría Pediátrica de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: mayolopez@unisalle.asalle.edu.co

Fecha de recepción: 13 de julio de 2009.

Fecha de aprobación: 7 de septiembre de 2009.

## Importance of assessing contrast sensitivity in optometric practice

### ABSTRACT

The evaluation of the visual human function includes the visual acuity, field of vision and sensibility to the contrast, this test can be used as test of routine when the achievements of the patient do not reach the results we have been waiting for. The development of the sensibility to the contrast in children has an important ripeness during the first 3 months of age, towards the majority of the spatial frequencies, a function of sensibility is achieved to the comparable contrast with that of the adult about 6 months of age. Though the sensibility to the contrast (SC) can have a relative value for screening and diagnosis,

one recommends doing it as part of the functional valuation, specially, in the valor in patients of low vision or multiple disabilities and SC's test designed for them. The SC they give us an useful information, revealing some conditions in the losses of vision are identifiable across the test of visual acuity (AV), providing a method for with monitoring treatment and a better understanding of the interpretation of the visual problems found in patients with alteration of the vision (Owsley, 2003)

**Keywords:** contrast sensitivity, optometric practice.

## INTRODUCCIÓN

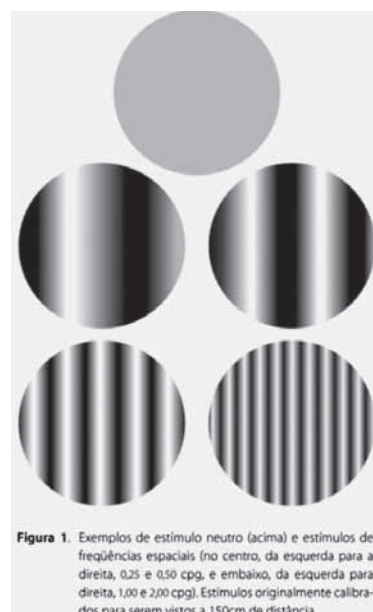
La función visual del ser humano aporta más del 85% de la información obtenida por los órganos de los sentidos y por esta razón, al evaluarla, más que la resolución de un sistema es igualmente importante determinar la discriminación de colores, la amplitud del campo visual y la capacidad de distinción de contraste entre objetos adyacentes.

La agudeza visual ha sido en el transcurso del tiempo la medida más común a nivel mundial para valorar la condición visual, es de fácil medición y particularmente se altera por pequeñas cantidades de error refractivo. La medición de agudeza visual determina la capacidad de resolución del sistema visual bajo condiciones de muy alto contraste, mientras que la de función de sensibilidad al contraste es la medida del umbral de contraste para diferenciar zonas adyacentes. El mundo exterior tiene objetos de varios niveles de contraste, así como de diferentes tamaños; los diferentes contrastes aparecen especialmente en días nublados, lluviosos, o simplemente en situaciones de penumbra. Aunque la agudeza visual mide adecuadamente las características ópticas del ojo, ésta es una medición básicamente de la cantidad, mas no de la calidad de la visión (Ginsburg, 1983).

Los niveles altos de agudeza visual corresponden a la habilidad para detectar figuras definidas con bordes estrechos; sin embargo, recientes descubrimientos han demostrado que el procesamiento visual espacial está organizado como una serie de canales paralelos e independientes en el sistema nervioso y que cada uno de ellos está “sintonizado” con los objetivos de un tamaño diferente, esto se conoce como la teoría de canales de visión. En la corteza visual existe un banco de canales de frecuencias selectivas espaciales, los cuales son utilizados por el observador de manera involuntaria de acuerdo con la tarea en cuestión (Najib *et ál.*, 1998).

## 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 que se hace para lograr esta distinción; en otras palabras, la sensibilidad al contraste representa el menor contraste que el sistema visual puede detectar (Leat *et ál.*, 1999) y ha sido demostrado su valor como elemento diagnóstico en el estudio de los mecanismos visuales (Woodhouse, 1983).



**Figura 1.** Ejemplos de estímulo neutro (arriba) y estímulos de frecuencias espaciales (abajo, de izquierda para a derecha, 0,25 e 0,50 cp/g. e embaixo, da esquerda para direita, 1,00 e 2,00 cp/g). Estímulos originalmente calibrados para serem vistos a 150cm de distância.

### FIGURA 1. FRECUENCIAS ESPACIALES DE CERO, 0,25, 0,50, 1,0 Y 2,0 CICLOS POR GRADO.

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

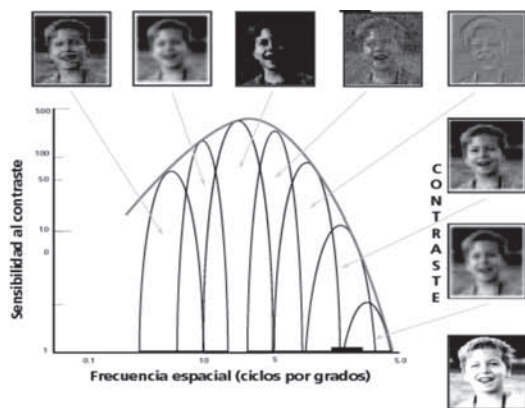
El contraste es una dimensión especial que se refiere a la transición entre claro–oscuro (figura 1) de un borde o límite en una imagen que delinea la existencia de un patrón u objeto, se refiere a la medida del contraste que una persona requiere para ver una tarjeta. Los métodos más usados hoy en día están basados en sistemas de cartillas que pueden colgarse en la pared. Éstas utilizan objetivos que son ondas de enrejado o letras, la selección por el clínico puede orientarse de

acuerdo con el propósito; por ejemplo, en los escenarios de investigación, la selección de la cartilla debería buscar que los objetivos científicos se logren.

## CONTRASTE WEBER

Se define contraste Weber como la diferencia de luminancia de un objeto y su fondo dividido por el brillo de los dos. El contraste varía en porcentaje desde ausente hasta 100%, es así como la mayor calidad de contraste impreso tiene entre 85% y 95%. El umbral de contraste también se define como un objeto con el menor contraste que un paciente puede reconocer, el contraste es el inverso del umbral y se expresa como el logaritmo de 1 sobre el umbral de contraste, en el que el umbral se expresa en porcentaje. A medida que la visión mejora, aumenta el contraste y disminuye el umbral.

## ANÁLISIS FOURIER O TEORÍA DE LOS CANALES



**FIGURA 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 SÓLO LA LIMITADA ÁREA DE FRECUENCIA Y CONTRASTE EXAMINADA POR LA AGUDEZA VISUAL DE SNELLEN EN EL EQUIVALENTE A 20/20.**

Fuente: [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interredvisual/ftp/sensibilidad\\_al\\_contrastepdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/caidv/interredvisual/ftp/sensibilidad_al_contrastepdf)

El análisis Fourier plantea que el entorno visual está formado por una serie de piezas que conforman un todo; y mejor que unir las piezas del entorno visual como un rompecabezas, el entorno se rompe de acuerdo con las diferentes frecuencias espaciales (figura 2) y es así como esta información se pasa en canales separados a la corteza, donde se reconstruye la escena visual. Parece existir un consenso en indicar que existen de 4 a 6 canales de frecuencias espaciales moldeados por umbrales de detección del contraste (Borish, 1975).

En la estructura de percepción en la retina se encuentra la mácula, que se proyecta en el polo occipital de la corteza y ocupa una superficie aproximadamente diez mil veces mayor en comparación con la ocupada en la retina. De manera contraria, la periferia retiniana sólo representa una discreta representación cortical anterior. Este fenómeno es conocido como magnificación de representación y demuestra la existencia de canales espaciales de codificación, conocidos como magnocelulares y parvocelulares (Catala y Castany, 2005). Las células camino parvocelular en el mono tienen campos receptivos pequeños que se traducen en altas resoluciones espaciales (Derrington y Lennie, 1984; Norton *et ál.*, 1988), mientras que las células magnocelulares tienen campos receptivos mayores (aunque de diferente tamaño, según sean X-like o Y-like) que, consecuentemente, dan lugar a resoluciones espaciales inferiores (Enroth-Cugell y Robson, 1966).

La teoría sugiere que cada uno de los canales del sistema visual tiene una máxima sensibilidad a una 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. Su funcionamiento se entiende muy probablemente en relación con los campos receptivos de las células ganglionares, de todos los tamaños. Najib *et ál.* (1998) explican los campos receptivos como la función básica y la transformada de Fourier se. En

1985, se realizó la aplicación del análisis de Fourier a la visibilidad de rejillas, y se ha evidenciado la manera en que las imágenes retinales están filtradas por canales de frecuencias espaciales selectivas.

### PROPIEDADES DE LA SEÑAL QUE DETERMINAN LA FRECUENCIA DEL CANAL

Para señales limitadas, cuando se cambia solamente el tamaño, la frecuencia del canal y la escala es proporcional a la frecuencia del centro del objeto (canal  $f$ ), pero sólo cuando la banda de filtro se cambia, la escala del canal de frecuencia disminuye proporcionalmente al canal  $f$ . Para señales de bordes muy definidos (letras y ondas cuadradas), la frecuencia de golpe es determinante de la frecuencia del canal (canal  $f$ ). Con diferentes tamaños, el observador utiliza componentes de frecuencia diferentes de la letra para identificarla. Las letras grandes se identifican por sus bordes y las pequeñas por sus gruesos caracteres (Najib *et ál.*, 1998).

En 1990, Thomas y Olzak utilizaron (Olzak, 2003) rejillas compuestas para evaluar la capacidad del observador para combinar información de dos canales, lo que supone dos supraumbrales de ondas de diferentes orientaciones y frecuencias espaciales (3 c/gr y 15 c/gr), de manera que el canal no pudiera responder a ambas (Najib *et ál.*, 1998).

### SIGNIFICANCIA FUNCIONAL DE LA SC



**FIGURA 3. SIMULACIÓN DE VISIÓN. A. PACIENTE EMÉTROPE. B. DESENFUQUE REFRACTIVO. C. PÉRDIDA DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE POR CATARATA.**

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

La sensibilidad al contraste se relaciona con la ejecución de muchas tareas diarias; por ejemplo, las frecuencias bajas y medias permiten una lectura fluida, percepción de caras (figura 3), movilidad suficiente, juzgamiento de distancias, reconocimientos de objetos.

La Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (FDA) reconoce la SC como un método más amplio y preciso para evaluar la visión en pruebas clínicas (Ginsburg, 1996). Las pruebas de sensibilidad al contraste son una poderosa herramienta para determinar la capacidad del sistema visual para procesar la información espacial y temporal acerca de los objetos cotidianos que vemos. El actual estándar de oro en la evaluación de la visión, agudeza visual, proporciona sólo una cantidad limitada de información, obtenida bajo condiciones artificiales. En general, las pruebas de SC son de una serie de medidas de rendimiento visual real bajo condiciones de vida normal; miden la menor cantidad de contraste necesario para detectar un estímulo visual y aportan una visión más completa de la capacidad visual de los pacientes.

Se han reportado muchos casos de pérdidas en la sensibilidad al contraste, aun cuando la agudeza visual es normal, como ambliopía, neuropatía retinal, enfermedades del segmento anterior y glaucoma. Por tanto, la sensibilidad al contraste permite al examinador diagnosticar los problemas en el procesamiento visual en una etapa anterior que no es posible con los métodos de prueba convencionales (Jindra, 1989).

Las mediciones de SC, mejores que las mediciones tradicionales de AV con estímulos de alto contraste, han sido presentadas como una mejor evaluación de la disfunción visual por exposiciones químicas, en las que se observaron diferencias de los puntajes de frecuencias espaciales, obtenidos con la forma manual y el Optec 1000 de SC, lo que se atribuye a las características de diseño que afectan la visión (Hitchcock *et ál.*, 2004).

## CORRELACIÓN ENTRE AV Y SC

La agudeza visual determina el detalle más pequeño que puede ser visto y se evalúa con contraste alto; sin embargo, los objetos tienen diferentes niveles de contraste y diversos rangos de tamaño, aún más, los objetos pueden descomponerse en patrones simples llamados ondas sinusoidales, que son de tres a cinco veces más sensibles que las letras u otros patrones. Las frecuencias espaciales bajas evalúan la sensibilidad de objetos muy grandes, mientras que las frecuencias altas miden la sensibilidad de objetos muy pequeños.

Cuando se valora la SC, con test de enrejado, se obtiene una curva de sensibilidad que se compara con la normalidad de la población, y a la vez ésta puede convertirse a un valor estándar de agudeza que se relaciona con la función visual diaria. En general, ciertos problemas afectan porciones de la curva, mientras que con test de AV, que tiene solamente contraste alto (objetos muy pequeños negros con fondo blanco), no pueden detectar problemas neurológicos o patologías, que afectan la visión en las frecuencias medias y bajas.

Se ha considerado que la SC es una herramienta mucho más efectiva que la agudeza visual para pacientes con ambliopía y se observa que muchas veces la pérdida de visión estimada con Snellen no representa realmente el grado de severidad real, como lo hace el Test de Sensibilidad al Contraste. Se ha investigado la relación entre agudeza visual y contraste, por ejemplo, comparando la confiabilidad y relación entre ciertos test clínicos como AV para letras de alto y bajo contraste y el test de Pelli-Robson de SC, en el que se concluyó que los test mencionados son medios confiables para obtener información clínica que se complementa con test convencionales con letras de tamaño y luminancia definidas (Simpson y Regan, 1995). Se mostró también cómo la medición entre el Cardiff y la agudeza de enre-

jado cambia un tanto, dependiendo de las condiciones ópticas particulares, deficiencias neurales u otros déficits del individuo evaluado (Charman, 2006).

Para determinar asimismo la confiabilidad y validez de nuevos diseños, se utilizan técnicas de test y retest, como el test MET (Test de Borde de Melbourne) y el test de AV de alto y bajo contraste (Pelli-Robson), se encontró que en cuanto a confiabilidad de test y retest más alta en el grupo de baja visión, con lentes de contacto blandos, el test de AV de alto y bajo contraste en versión original (bajo contraste de 18% Weber) y la cartilla de Pelli-Robson tenían la máxima confiabilidad (Haymes y Chen, 2004).

## VALORACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Existen dos formas básicas de valorar el contraste: por medio de rejillas de enrejado o por medio de letras de contraste decreciente. Las primeras son rejillas sinusoidales producidas electrónicamente o en cartillas impresas, como el sistema de Vistech Contrast Test System (Dayton, OH), del doctor Arthur Ginsburg (figura 4), cuya medición en su función dará origen a una curva que representa la sensibilidad del sistema ante diferentes frecuencias espaciales.

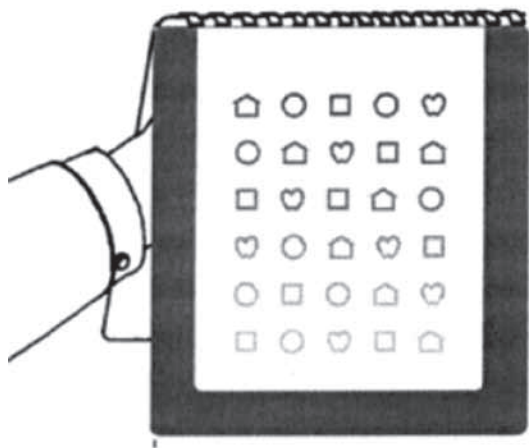


FIGURA 4. TEST DE SENSIBILIDAD AL CONTRASTE FACT TIPO ENREJADO.

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

Entre las variables más importantes que afectan la respuesta del test, se encuentra la iluminación que rodea la cartilla. Cuando se utiliza cartilla de letras no son necesarias condiciones de iluminación especiales, mientras que las requeridas para test de enrejados deben estar cuidadosamente controladas para que la respuesta no se vea afectada por iluminación (Cox *et ál.*, 1999).

Se considera que la SC se puede medir más fácilmente utilizando cartillas con letras del mismo tamaño, pero con contraste decreciente, a medida que el paciente lee hacia abajo, el umbral de contraste se determina según la última línea, en la cual pueda reconocer los caracteres. En este tipo de cartillas están: Pelli-Robson Contrast y LEA Vision Screening Card( figura,5), desarrollada por Lea Hyvärinen. La primera tiene más líneas y está mejor diseñada para estudios de investigación, mientras que LEA es más fácil de utilizar cuando el espacio es limitado



**FIGURA 5. LEA SYMBOLS.**

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

Aunque las cartillas de bajo contraste están disponibles hace muchos años, el desarrollo de técnicas clí-

nicas efectivas para evaluar la visión con diferentes niveles de contraste ha sido mayor, especialmente durante la década pasada. La desventaja de cartillas como Vistech (figura 6), Mentor B-VA II y B-VAT II SG, Vector Vision CSV 1000, el Test de Cambridge de Bajo Contraste y las Láminas de Arden es que no tienen un equivalente con las cartillas de agudeza visual, lo que no sucede con Pelli-Robson, Bailey Lovie y Cartillas de Regan.



**FIGURA 6. VISION CONTRAST TEST SYSTEM DE VISTECH CONSULTANS INC.**

Fuente: <http://www.pacificu.edu>

El Test de Lea se desarrolló en 1976 para preescolares y se denominó así por su inventor, Lea Hyvärinen, de Finlandia, quien utilizó un grupo de figuras pictóricas que son símbolos de manzana, casa, cuadrado y círculo, con varias versiones para evaluar la visión próxima, la visión lejana, la sensibilidad al contraste, la ambliopía y el daño cerebral (Messina, 2006).

En 1998 Robson *et ál.* describieron el test de Pelli-Robson (figura 7) como una cartilla impresa que presenta ocho líneas cada una con seis letras, todas las letras del mismo tamaño, que subtienden un ángulo de 0,5 grados a una distancia de 3 metros (Grosvenor, 2004). Un estudio de la Escuela de Optometría de la Universidad de Ohio demostró que la sensibilidad de este test, en comparación con las letras de Mars (Test

de Contraste de Lighthouse), es similar en cuanto a diseño, se demostró que existe una concordancia excelente entre ellos, así que el Test de Mars puede ser utilizado como alternativa del Pelli-Robson, con la ventaja de ser de menor tamaño, muy durable y fácil de usar (Bradley *et ál.*, 2005).



**FIGURA 7. CARTILLA DE PELLI-ROBSON.**

Fuente: <http://www.promocionoptometrica.com/Articulos/Articulo0000538.jpg> <http://medicineworld.org/images/blogs/3-2009/pelli-robson-chart.jpg>

El Test de Letras de Mars de Contrast, inicialmente conocido como el Test de Contraste de Letras de la Lighthouse, tiene un diseño similar al de Pelli-Robson, pero puede ofrecer varias ventajas. Este estudio evalúa la repetitividad del Test de Mars y su concordancia con el de Pelli-Robson en sujetos con visión normal y baja visión. Se concluyó que el Test de Mars mostraba excelente concordancia en relación con el de Pelli-Robson. Existen diferencias sutiles con los actuales niveles de contraste de las diferentes formas del Test de Mars; ajustar estas diferencias conduciría a una repetitividad superior del Test de Mars. Así que este test puede ser una alternativa al de Pelli-Robson, presentando ventajas como incluir

tamaños más pequeños, mayor duración y facilidad de uso (Thayaparan, 2007).

Otro estudio buscó determinar los valores normales de Pelli-Robson en diferentes grupos de edad, encontrándose que este test es un método rápido y confiable en el escenario clínico, los valores normales pueden ayudar a evaluar pacientes con catarata o con cirugía refractiva (Haymes y Chen, 2004).

Los propósitos de este estudio fueron investigar la confiabilidad y validez del test y el retest de las nuevas versiones del test MET (Test de Borde de Melbourne) y el test de AV de alto y bajo contraste, para determinar la concordancia entre el original y las nuevas versiones. Se concluyó que, de todos los test suministrados, el MET original en versión fotográfica y la cartilla de Pelli tenían una confiabilidad de test y retest más alta en el grupo de baja visión. Para lentes de contacto blandos, el test de AV de alto y bajo contraste en versión original (bajo contraste de 18% Weber) y la cartilla de Pelli-Robson tenían la máxima confiabilidad (Mäntyjärvi y Laitinen, 2001).

Una de las desventajas de utilizar letras de alto contraste como objetos cuando se mide la visión es que no son igualmente legibles. Existe cierto número de cartillas que actualmente está disponible en el comercio que evalúa SC utilizando letras. Este estudio intenta valorar la legibilidad de las letras de umbral de contraste en la cartilla de letras Pelli-Robson, determinando el porcentaje de respuestas correctas para cada una de las diez letras de Sloan (figura 8) en el umbral de contraste. Los datos sugieren que la probabilidad de identificar dos de las tres letras del umbral de la cartilla de Pelli-Robson varía entre 67% y 97%, debido a la letra aislada. Cuando una letra C es llamada equivocadamente O, se sugiere que esto puede aceptarse como correcto en la medición de umbrales en la cartilla de Pelle, lo que ayuda a balancear la legibilidad de diferentes grupos de letras (Elliot, 1990).



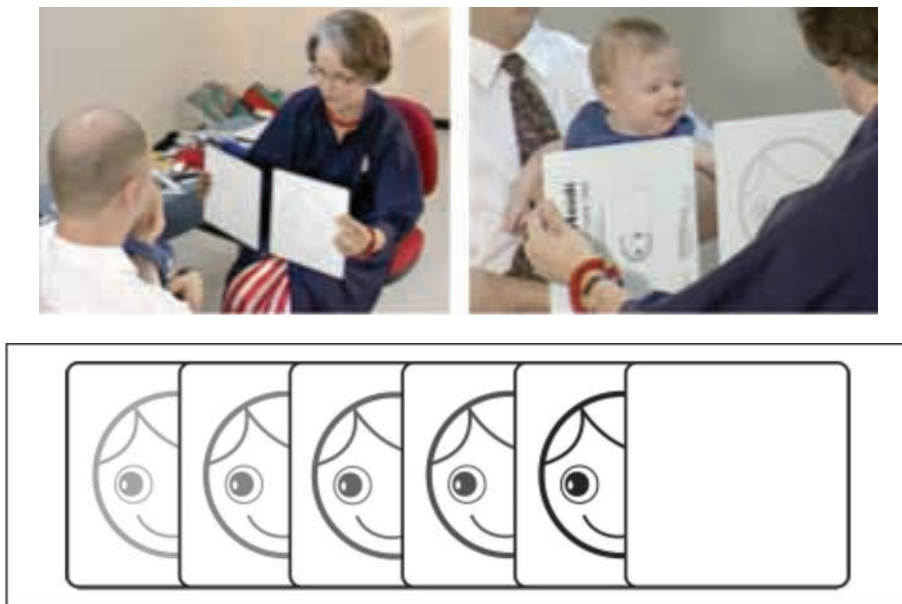


**FIGURA 8. CARTILLA DE 25% CONTRASTE DE SLOAN.**  
 Fuente: <http://www.precision-vision.com/images/lgproducts/2159.jpg>

Para desarrollar un formato pequeño de letras del test de SC con una precisión mejorada, disponible y de uso portátil en visión próxima, que posea una puntuación simple y sencilla para que pueda ser usa-

da con referencia a las normas existente, mientras se mantiene la comparabilidad con las normas de Pelli, el test nuevo ha mejorado la precisión en comparación con el primero y con otras ventajas que resultan de su tamaño menor (Arditi, 2005).

Entre los estudios comparativos de la medición de SC, con un grupo de seis optómetras con 403 pacientes, por medio del Vistech, Pelli Robson y Cartillas de Contraste de Cambrige, Elliot y Whitaker (1992) encontraron una diferencia significativa entre los puntajes obtenidos por los optómetras entre los tres test. Adicionalmente, se observaron diferencias significantes en puntajes de agudeza (utilizando la Cartilla Bailey Lovie, logMAR) para los seis examinadores. Aunque los optómetras examinaron los pacientes en sus prácticas propias, las diferencias no se debieron a las luminancias de las cartillas, puesto que fueron estandarizadas, lo que sugirió que la principal razón para estas diferencias tenía que ver con técnicas de medición, en particular el ánimo que se le daba al paciente durante el proceso de medición (Grosvenor, 2003).



**FIGURA 9. TEST DE BAJO CONTRASTE: HEIDI ESCONDIDA.**  
 Fuente: [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>

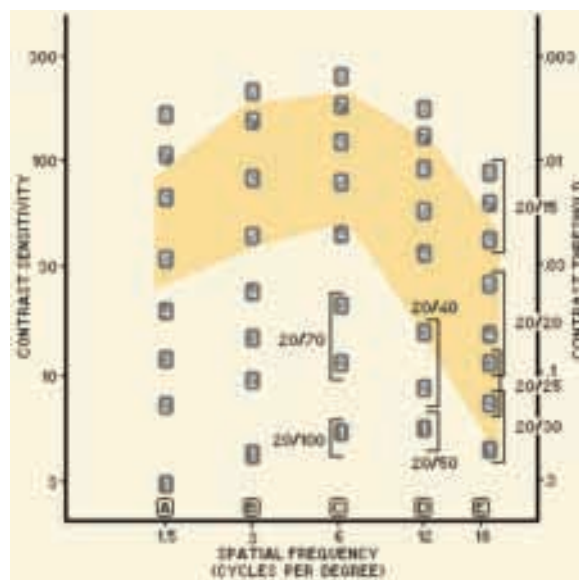
En cuanto a los datos de normalidad de SC en niños, fueron publicados por Leat y Wegmann (2004) de la Universidad de Waterloo, con el test de Heidi escondida (figura 9) y el de Lea de símbolos de bajo contraste, que son las cartillas actual y comercialmente disponibles. Se observó que con el Test de Hiding Heidi, no se puede medir un verdadero umbral de contraste en niños con visión normal por el efecto de piso, esto significa que la mayoría de niños de todas las edades respondieron correctamente al más bajo contraste. Mientras que los símbolos de Lea, de bajo contraste, medidos a 28 cm dan una información más útil para predecir el desempeño de niños con baja visión (Leat y Wegmann, 2004). Sin embargo, los símbolos de Lea se utilizan básicamente para agudeza visual en la primera infancia y sus resultados dependen mucho de la colaboración del niño y señalan cómo, al comparar la diferencia intraocular de la agudeza visual, no debe exceder más de una línea. (Becker *et ál.*, 2002).

Es así como otros estudios señalan que, de manera similar, los símbolos de Lea son útiles en la primera infancia en niños oftalmológica y neurológicamente normales. Se realizó una investigación en edades comprendidas entre 21 y 93 meses en un control rutinario de la zona urbana, comparando los símbolos de Lea (LS) y la Agudeza de Landolt (LC) se determinó que la medición en ambos ojos con el LS se pudo realizar en el 54% de niños, y en el grupo de 36 a 48 meses la tasa de éxito fue de 76% y 95%, respectivamente. Se concluyó entonces que el LS es útil para valorar agudeza visual en niños en la primera infancia (Becker *et ál.*, 2002).

## TEST VISTECH 6500

Consiste en una tablero de enrejados con diferentes frecuencias espaciales (15, 3,0, 6,0, 12,0 y 18,0 1.5,3.0,6.0,12.0,18.0 ciclos por grado), el contraste disminuye a largo del eje horizontal (con niveles en-

tre 10 y 170), la frecuencia espacial aumenta a largo del eje vertical. En cada fila, el enrejado puede tener tres orientaciones con quince grados de diferencia. El observador reporta si la orientación de cada frecuencia espacial se califica en la hoja de registro (figura 10), indicando el último círculo reportado correctamente, lo que indica la medida de sensibilidad al contraste en cada frecuencia espacial evaluada (Vistech Consultants Inc.).



**FIGURA 10. HOJA DE REGISTRO DE LOS TEST DE SC CON ENREJADO.**

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

Para medir la confiabilidad del VCTS 6500 y determinar cuál es clínicamente un cambio significativo en cuanto al tiempo, de igual manera se comparó con el test de Bailey Lovie de AV de alto contraste, para tener un parámetro de comparación. La confiabilidad fue baja en todos los casos, lo que permitió concluir que las cartillas de Vistech son improbablemente para uso de medición clínica o para estudios de investigación (Reeves *et ál.*, 1991). Por otra parte, para visión próxima existe la versión Vistech 6000; en algunos estudios con este test, se observó que hay

una pérdida relacionada para frecuencias altas e intermedias debida a la edad (Scialfa, 1988).

Utilizando los discos de Vistech, se midió repetidamente el SC en sujetos normales para determinar el poder predictividad. Las medidas fueron muy estables en la primera administración. La confiabilidad del test y el retest fue menor para las frecuencias espaciales menores. Los puntajes de umbrales para las cinco frecuencias espaciales no fueron un factor de análisis independiente, mostrando que solamente dos frecuencias espaciales dominantes eran relativamente independientes: altas y bajas. Para detectar diferencias sutiles con los tres discos Vistech, debería utilizarse para llegar al umbral para cada frecuencia espacial y, si el tiempo es suficiente, deberían tomarse más medidas con las frecuencias espaciales menores para compensar la menor confiabilidad. Se considera que este método es adecuado para mediciones clínicas repetidas y estudios experimentales (Kennedy y Dunlap, 1990).

Se ha demostrado también que el test tipo enrejado de escogencia forzada, como el de Vistech, es útil en población preescolar, efectivo y clínicamente eficiente para evaluar los niveles de SC en niños preescolares y permite el tamizaje de condiciones visuales y neurológicamente especiales (Richman *et ál.*, 2000). Otros estudios, realizados en Australia, en el que se evaluaron tanto adultos como niños con test de enrejado, se observó que la respuesta relacionada con todas las frecuencias espaciales mejoraba con el incremento de edad, alcanzando niveles de adultos en la adolescencia (Beazley *et ál.*, 1980). En la Universidad de Cardiff, Gales, se realizaron mediciones de SC en niños entre 3 meses y 5 años con técnicas de mirada preferencial, para lo cual se requerían por lo menos 4 ó 5 frecuencias espaciales diferentes, lo que hacía que los niños perdieran la atención, mientras que un proceso corto, con frecuencias correspondientes a los picos SC, permitía mejores respuestas.

Por tanto, se necesita contar con la concentración de los niños para evitar artefactos (Westall *et ál.*, 1992). El Departamento de Psicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Newfoundland, en Canadá, estableció la mejoría en la efectividad de estimación de sensibilidad al contraste (Cartillas de Teller) en niños preverbales mediante un *software* y técnicas de impresión, que buscaban que los enrejados fueran más notorios con contrastes diferentes, encontraron que la nueva versión del test necesitó de un poco más de tiempo (6,5 minutos) para dar un dato muy preciso de la agudeza visual (James *et ál.*, 2002).

Al evaluar la repetitividad del test de Mars y su concordancia con el de Pelli-Robson en sujetos con visión normal y baja visión, se encontró que el Test de Mars mostraba excelente concordancia con el de Pelli-Robson y repetitividad semejante. Existen diferencias sutiles con los actuales niveles de contraste de las diferentes formas del Test de Mars; ajustándolo, se lograría una repetitividad superior del Test de Mars. Así que este test puede ser una alternativa al de Pelli, presentando ventajas como incluir tamaños más pequeños, mayor duración y facilidad de uso (Dougherty, 2005).

## DESARROLLO DE LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE EN NIÑOS

Para valorar la sensibilidad al contraste (SC) en bebés, se han utilizado técnicas tanto comportamentales como electrofisiológicas, que han demostrado que esta función muestra un gran déficit de la resolución espacial en relación con las funciones del adulto. Se observó que estas medidas muestran un desarrollo continuo entre el primer y el sexto mes de edad (Banks, 1983). En oposición, existen limitaciones en la agudeza visual debido a la inmadurez de la retina, más que las vías de la visión central durante el primer año (Schwartz, 2004).

El desarrollo de la sensibilidad al contraste en niños tiene una maduración importante, los 3 primeros meses de edad, hacia la mayoría de las frecuencias espaciales. A los 2-3 meses, la curva de función de sensibilidad al contraste está desviada principalmente a las frecuencias espaciales bajas, lo que implica que se requiere más contraste si un niño quiere resolver un detalle, tornándose equiparable con la del adulto aproximadamente a los 6 meses de edad.

Al valorar SC con el potencial visual evocado (PVE) de barrido en bebés de 2 a 40 semanas de edad y en un grupo de 10 adultos, se observó un desarrollo del 7% de contraste a la segunda y tercera semanas y un aumento entre las 4 y 9 semanas de todas las frecuencias espaciales. Más allá de las 9 semanas, la SC para frecuencias bajas se mantuvo constante, mientras que para frecuencias altas la sensibilidad se incrementó sistemáticamente. De acuerdo con los estudios realizados por Leat con PVE, a los 7 meses el niño alcanza el nivel del adulto (Leat, 1999).

En niños prematuros, se determinó que su respuesta al valorar sensibilidad al contraste es significativamente menor en todas las frecuencias, en comparación con los nacidos a término, las diferencias promedio en escala logarítmica fue de 0,03 (1,5 c/gr), 0,09 (3 c/gr), 0,01 (6 c/gr), 0,12 (12 c/gr) y 0,19 (18 c/gr), lo que aún no es claro es si este hallazgo afecta la función visual en la vida diaria (Larsson, 2006).

También se han empleado cartillas para evaluar SC binocular en niños entre los 34 y 36 meses, las cuales tienen como ventaja la eficiencia en tiempo tanto en bebés como en niños pequeños, considerada como una herramienta clínica prototipo para detectar tempranamente una disfunción neurológica o visual (Adams y Courage, 2006). Esta misma cualidad la expone Drover con cartillas empeladas para evaluar niños entre 3,5 y 12 meses, con un tiempo promedio de 6,5 minutos. De igual manera, demostró que se

da un desarrollo substancial entre los 3,5 y los 12 meses de edad (Drover, 2002). Para 2006, este mismo autor elabora una nueva cartilla, de la que exalta su exactitud y la pondera con buen potencial como herramienta clínica para valorar la visión espacial en niños y caminadores (Drover *et ál.*, 2006).

En niños preescolares entre 3 y 5 años, la valoración de SC ha sido más laboriosa y menos práctica clínicamente y se ha encontrado con uso limitado cuando se trabaja con niños preescolares. En un estudio realizado con niños sin deficiencia visual, enfermedad o anomalías del desarrollo o neurológicas, se utilizó la cartilla de Vistech (Sistema de Sensibilidad al Contraste, CTS 6500), la cual fue modificada y aplicada en la forma de escogencia forzada de dos alternativas para determinar el umbral de contraste para cinco frecuencias espaciales (1,5, 3,0, 6,0, 12,0 y 18,0 ciclos/grado), demostrando que este procedimiento es efectivo y una técnica clínicamente válida de condiciones visuales y neurológicas normales (Richman y Lyons, 1994).

En general, la sensibilidad al contraste (SC) se preconiza con valor relativo para los tamizajes y evaluaciones diagnósticas y se recomienda como parte de la valoración funcional especialmente en pacientes de baja visión.

## **SENSIBILIDAD AL CONTRASTE EN ADULTOS**

En adultos, la SC se ha relacionado con el desempeño en la movilidad, la habilidad para reconocer caras y hacer tareas de la vida cotidiana, por tanto, puede esperarse que estos resultados puedan extrapolarse a los niños, para predecir y explicar su desempeño presente y futuro (Leat y Wegmann, 2004).

La SC se ha estudiado en función de la edad, en rangos de 6 a 10 años, 20 a 40 años y 60 a 70 años con

ojos sanos y visión normal. Con AV Snellen de 1,0 o mejor, se encontró que para todos los grupos se observó una atenuación típica cercana a los 3 y 5 c/gr., mientras que el contraste binocular fue mayor que el monocular. Es de resaltar que no se encontraron diferencias significativas entre jóvenes y personas de edad media, y los sujetos mayores de 60 años o más presentaron un SC significativamente menor que los jóvenes, en frecuencias medias y altas (Derefeld *et ál.*, 1979).

Otro estudio comparó la sensibilidad al contraste entre dos grupos de personas saludables, jóvenes, de edad promedio de 18,5 años, y viejos de edad promedio 73 años. Aunque virtualmente los dos grupos tenían la misma sensibilidad a frecuencias altas, los jóvenes fueron tres veces más sensibles a frecuencias bajas e intermedias. La sensibilidad reducida de los pacientes mayores a las frecuencias bajas no puede explicarse en términos de factores ópticos o como resultado de patología ocular, probablemente refleje una pérdida del subsistema responsable de detectar este tipo de frecuencias (Sekuler y Hutman, 1980).

## COMENTARIOS

Valorar la SC implica establecer un parámetro de normalidad en la "calidad" de la visión, como lo describe una investigación hecha con población mexicana sana, cuyo objetivo era obtener parámetros de

diagnóstico y realizar comparaciones preoperatorias y posoperatorias de mayor confiabilidad, haciéndolo con curvas de sensibilidad al contraste visual reales, propias del país (Medina *et ál.*, 1995), ya que la curva de normalidad para la sensibilidad al contraste visual se encuentra por debajo de los límites inferiores reportados y contra los cuales se ha evaluado hasta ahora a los pacientes mexicanos. Al igual que en otros estudios, se encontró disminución de la curva de sensibilidad al contraste visual en los grupos de población mayores de 50 años (Higgins *et ál.*, 1983). Surge entonces una inquietud de esclarecer si es necesario emplear pruebas de sensibilidad al contraste en exámenes optométricos y con qué parámetros se deben evaluar para considerarlos entre los rangos normales, identificando si realmente la prueba de Vistech 6500 es de fácil manejo como alternativa de evaluación de sensibilidad al contraste en niños que aún no saben leer, y a partir de la guía establecida por el fabricante detallar el protocolo para edades comprendidas entre 3 y 6 años, todo con el propósito de sugerir una guía de manejo tanto para consulta regular como para tamizaje y, finalmente, como lo indican los autores que han investigado sobre el tema, emplear una guía normalizada en procedimientos clínicos que proporcionaría al clínico un mejor entendimiento de los resultados y los cambios con el tiempo, también por la comparación en la evaluación de una enfermedad ocular en otros casos (Robert y Ferrer-Blasco, 2004).

## REFERENCIAS

- Adams, R. y Courage, M. (2006). *Contrast sensitivity in 24- and 36-month-olds as assessed with the contrast sensitivity card procedure*. St. John: Memorial University of Newfoundland.
- Arditi, A. (2005). Improving the design of the letter contrast sensitivity test. *Investigative Ophthalmology & Vision Science*, 46, 2225-2229.
- Banks, M. (1983). The development of spatial and temporal contrast sensitivity. *Current Eye Research*, 2, 191-198.
- Becker, R., Hübsch, S., Gräf, M. y Kaufmann, H. (2002). *Examen de los niños pequeños con Lea símbolos*. Alemania: Departamento de Estrabología y Neuroftalmología de la Universidad de Giessen.

- Beazley, D., Islington, A., Jahn, Beazley, D., Ilington, A., Jahn, y Greer, D. (1980). Contrast sensitivity in children and adults. *British Journal of Ophthalmology*, 64, 863-866.
- Borish, I. (1975). *Nutrición y desarrollo visual*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Bradley, E., Dougherty, B., Roanne, E. y Flom, A (2005). An evaluation of the Mars Letter Contrast Sensitivity Test. *Optometry Vision Science*, 82, 970-975.
- Brilliant, R. (1999). *Essentials of low vision practice*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Catalá, M. y Castany, A. (2005). *Pruebas electrofisiológicas: qué, cuándo, cómo y porqué*. Extraído desde [www.nexuediciones.com/pdf/ao](http://www.nexuediciones.com/pdf/ao)
- Charman, W. (2006). Spatial frequency content of the Cardiff and related acuity tests. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 26, 5-12.
- Cox, M., Norman, J. y Norman, P. (1999). The effect of surround luminance on measurements of contrast sensitivity. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 19, 401-414.
- Derefeldt, G., Lennerstrand, G. y Lundh, B. (1999). Age variations in normal human contrast sensitivity *Acta Ophthalmologica(Copenh)*, 57, 679-690 .
- Drover, J., Courage, M., Dalton, S. y Adams, R (2006). Accuracy of the contrast sensitivity card test for infants: retest variability and prediction of spatial resolution. *Optometry Vision and Science*, 83, 228.
- Drover, J., Earle, A., Courage, M. y Adams, R. (2002). Improving the effectiveness of the infant contrast sensitivity card procedure. *Optometry and Vision Science*, 79, 52-59.
- Dougherty, B., Flom, R. y Bullimore, M. (2005). An evaluation of the Mars Letter Contrast Sensitivity Test, *Optometry and Vision Science*, 82, 970-975.
- Elliott, D. y Whitaker, D. (1992). Clinical contrast sensitivity chart evaluation. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 12, 275-280.
- Elliott, D., Whitaker, D. y Bonette, L. (1990). Differences in the legibility of letters at contrast threshold using the Pelli-Robson chart. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 10, 323-326.
- Enroth-Cugell C. y Robson, J. (1966). The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *The Journal of Physiology*, 187(3), 517-552.
- Ginsburg, A. (1983). Contrast sensitivity: relating visual capability to performance. *USAF Medical Service Digest*, 15-20.
- Ginsburg, A. (1996). Next generation contrast sensitivity testing. En B. Rosenthal y R. Cole (eds.) (1996), *Functional assessment of low vision* (pp. 77-88). St. Louis: Mosby Year Book-Mosby Elsevier Health Science.
- Ginsburg, A. (2004). Vision channels, contrast sensitivity, and functional vision. *Vision Sciences Research Corporation*, 5292, 5315.
- Grosvenor, T. (2002). *Primary care of optometry*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Haymes, S. y Chen, J. (2004). Reliability and validity of the Melbourne Edge Test and high/low contrast visual acuity chart. *Optometry Vision and Science*, 81, 308-316.
- Higgins, K., Jaffe, M., Caruso, R. y Der Monasterio, F. (1983). Ageing and spatial contrast sensitivity loss. *Journal of the Optical Society of America*, 73-88.
- Hitchcock, E., Dick, R. y Krieg, E. (2004). Visual contrast sensitivity testing: a comparison of two F.A.C.T. test types. *Neurotoxicology and Teratology*, 26, 271-277.
- Jindra, L. y Zemon, V. (1989). Contrast sensitivity testing: a more complete assessment of vision. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 15(2), 141-148.

- Journal of Cognitive Neuroscience. (1996). 3(8), 197-230. Extraído el 13 de diciembre de 2007 desde <http://www.google.com.co/search?hl=es&source=hp&q=Journal+of+Cognitive+Neuroscience>.
- Kennedy, R. y Dunlap, W. (1990). Assessment of the Vistech contrast sensitivity test for repeated-measures applications. *Optometry Vision and Science*, 67(4), 248-251.
- Larsson, E., Rydberg, A. y Holmström G., (2006). Contrast sensitivity in 10 year old preterm and full term children: a population based study. *The British Journal of Ophthalmology*, 90, 87-90.
- Leat, S. , Shute, R. y Westall, C. (1999). *Children´s assesment*. Boston: Butterworth–Heinemann.
- Leat, S. y Wegmann, D. (2004). Clinical testing of contrast sensitivity in children: Age-related norms and validity. *Optometry and Vision Science*, 81, 245-253.
- Mäntyjärvi, M. y Laitinen, T. (2001). Normal values for the Pelli-Robson contrast sensitivity test. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 27, 261-266.
- Medina, L., Álvarez, M., Díaz, J. y Durán, M. (1995). Sensibilidad al contraste visual en población mexicana sana. *Instituto Nacional de Salud Pública México*, 37, 310-315.
- Messina, C. (2006). Demostración exploratoria, con variación de frecuencia espacial y de contraste de una muestra de onda de enrejado sinusoidal. *Revista Chilena de Anatomía*,
- Najib, J., Majaj, D., Pelli, G., Peri, K. y Palomares, M. (1998). El papel de los canales de frecuencia espacial en la identificación de let. *Psicología y Ciencias Neuronales*.
- Norcia, A., Tyler, C. y Hamer, R. (1990). Development of contrast sensitivity in the human infant. *Vision Research*, 30, 1475-1486.
- Olzak, L. y Thomas, J. (2003). Dual nonlinearities regulate contrast sensitivity in pattern discrimination tasks. *Vision Research*, 43(13), 1433-1442.
- Owsley, C. (2003). Contrast sensitivity. *Ophthalmology Clinics of Northamerica*, , 171-177.
- Princeton, N., Miller, D. y Nadler, D. (1990). *Glare and contrast sensitivity for clinicians*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Proenza, L., Enoch, L. y Jampoisky, A. (eds.). (1981). *Clinical application of visual psychophysics*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Richman, J. y Lyons, S. (1994). A forced choice procedure for evaluation of contrast sensitivity function in preschool children. *Journal of American Optometry Association*, 65, 859-864.
- Robert, M. y Ferrer–Blasco, T. (2004). Contrast sensitivity function in children: normalized notation for the assessment and diagnosis of diseases. España: Universidad de Valencia.
- Reeves, B., Wood, J. y Hill, A. (1991). Vistech VCTS 6500 charts-within- and between-session reliability. *Optometry Vision Science*, 68, 728-737.
- Schwartz, S. (2004). *Visual perception: a clinical orientation*. Nueva York: McGraw–Hill.
- Scialfa, C., Tyrrell, R., Garvey, P., Deering, L., Leibowitz, H. y Goebel, C. (1988). Age differences in Vistech near contrast sensitivity. *American Journal of Optic Physiologic Optmetry*, 65, 951-956.
- Sekuler, R. y Hutman, L. (1980). Spatial vision and aging: contrast sensitivity. *Journal of Gerontology*, 35, 692-699.
- Simpson, T. y Regan, D. (1995). Test-retest variability and correlations between tests of texture processing, motion processing, visual acuity, and contrast sensitivity. *Optometry Vision Science*, 72, 11-16.

Thayaparan, K., Crossland, M. y Rubin, G. (2007). Clinical assessment of two new contrast sensitivity charts, *British Journal of Ophthalmology*, 91, 749-752.

Westall, C., Woodhouse, J., Saunders, K., Evans, J. y Hughes, B. (1992). Problems measuring contrast sensitivity in children Department of Optometry. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 244-248.

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

## PÁGINAS DE INTERNET CONSULTADAS

<http://ralph-becker@web.de>

<http://www.uv.es/ponsa/docencia/caminos.pdf>

[www.multipressjournal.org/\\_toc/jocn/8/#](http://www.multipressjournal.org/_toc/jocn/8/#)

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

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

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

<http://www.promocionoptometrica.com/Articulos/Articulo0000538.jpg>

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

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

<http://www.agingeye.net/cataract/Vistech2.pdf>

[aarditi@lighthouse.org](mailto:aarditi@lighthouse.org)