

## Propuesta de un modelo de la variación de la calidad visual con la iluminación

- Roberto Francisco Sánchez,<sup>1</sup> Luis Alberto Issolio<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión, Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional de Tucumán.*

<sup>2</sup>*Departamento de Luminotecnía, Luz y Visión, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán*

**Objetivo.** Se propone un modelo empírico que explique la reducción en la calidad óptica de la imagen retiniana con el cambio del nivel de iluminación de una escena visual.

**Métodos.** El modelo se basa en que todo sistema óptico se ve afectado en cierta medida por tres componentes: difracción, aberraciones y difusión. En el caso del ojo humano para pupilas superiores a los 3 mm el efecto de la difracción es considerado despreciable en comparación a los otros factores. Por lo tanto, se propone un modelo en el que el ancho de la imagen de doble paso (FWHM) se puede expresar como una combinación lineal del RMS del frente de onda y de un parámetro de medida de difusión intraocular (FDSI). Para probar el modelo se utilizó un sistema montado en mesa óptica con un sensor de frente de onda tipo Hartmann-Shack para la medida y caracterización de las aberraciones ópticas por medio de los coeficientes de Zernike y del RMS del frente de onda. El sensor está acoplado a un sistema de doble paso que permite medir la imagen retiniana (PSF del ojo), la cual contiene la degradación producida tanto por las aberraciones como por la difusión. A partir de esta PSF se puede obtener la MTF ocular (función de transferencia) y el índice de difusión FDSI. El sistema también cuenta con un campo de adaptación de siete niveles de iluminación que van desde el fotópico (300, 100, 10 y 1 cd/m<sup>2</sup>) al mesópico (0.1, 0.01 y 0.005 cd/m<sup>2</sup>) y con una cámara para medir el diámetro de la pupila. Se realizaron medidas simultáneas de doble paso, aberraciones y tamaño de pupila en seis sujetos jóvenes voluntarios sin patologías oculares para las siete condiciones de iluminación.

**Resultados.** A partir de las medidas con el sistema de doble paso se obtuvo el parámetro FWHM de las imágenes registradas en cada sujeto y nivel de iluminación y luego a partir de la MTF de las imágenes de doble paso se determinó la difusión intraocular obteniéndose los valores de FDSI. Por su parte, a través del sensor de Hartmann-Shack se obtuvo el frente de onda en cada condición estudiada de donde se determinaron las aberraciones cuantificadas en términos de RMS. Se pudo observar un comportamiento típico en el RMS que aumenta al aumentar el diámetro de la pupila, por efecto de la disminución de la luminancia de adaptación ( $\rho = -0.6$ ,  $p = 0.001$ ). Por otro lado, la difusión intraocular se mantuvo en niveles bajos y constantes en todo el rango de medición (FDSI =  $0.42 \pm 0.06$ ), resultado esperable debido a las características de alta transparencia del cristalino propias de la edad de los sujetos voluntarios. Con los datos obtenidos se realizó un ajuste por medio de mínimos cuadrados para obtener los parámetros del modelo:  $FWHM = a \cdot RMS + b \cdot FDSI$ , arribándose a un buen ajuste con un  $R^2 = 0.95$ ,  $a = 17.5 \pm 2.0$  [min de arco/ $\mu\text{m}$ ] ( $p < 0.001$ ) y  $b = 5.9 \pm 0.6$  [min de arco] ( $p < 0.001$ ).

**Discusión.** El modelo propuesto se ajusta muy bien a los datos experimentales correspondientes a un reducido grupo de sujetos jóvenes. Para ampliar el alcance del mismo se podría medir a personas de diferentes rangos etarios, ya que el cristalino experimenta cambios naturales en su transparencia debido al envejecimiento y también a personas con cataratas donde no solo aumenta la difusión, sino que esta se presenta en patrones no uniformes.