

Pruebas ópticas para detección oportuna de errores refractivos.



Citlalli Teresa Sosa Sánchez, Karim Mohamed Noriega², Jesús E. Gómez Correa¹, Gabriel A. Galaviz Mosqueda³, Ana Laura Padilla Ortiz¹, Rubén López Villegas³, Víctor M. Coello Cárdenas³ y Ricardo Téllez Limón^{1*}.

¹CONACYT - Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., Unidad Monterrey.

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina, Departamento de Oftalmología.

³Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., Unidad Monterrey.

Introducción

La visión es parte esencial en la vida cotidiana, afecta de manera directa el desempeño que una persona puede tener en el trabajo, escuela o incluso en toda actividad cuando el problema es muy grave.

- De acuerdo con la OMS el 80% de los casos de discapacidad visual son evitables, de los cuales el 42% son debidos a errores de refracción no corregidos (miopía, hipermetropía y astigmatismo) [1].
- De acuerdo con el INEGI, la discapacidad visual es el segundo tipo de discapacidad más frecuente [2].

A pesar de la naturaleza preventiva de estas afecciones, gran parte de la población no tiene acceso a una consulta con un profesional del cuidado de la vista. Una manera de contribuir a la lucha contra la disminución de la discapacidad visual evitable es haciendo uso de la tecnologías de la información y comunicación.

Objetivo

Caracterizar el funcionamiento de diferentes técnicas ópticas subjetivas empleadas en la evaluación de errores refractivos, identificando aquellas que puedan ser compatibles con tecnologías de la información y comunicación.

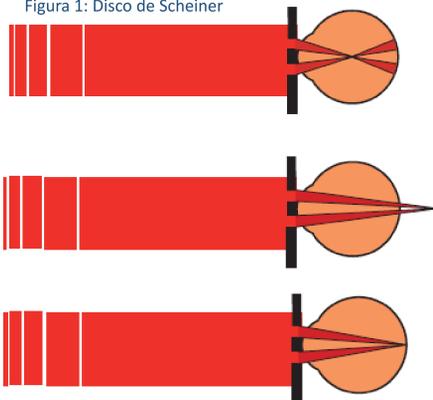
Pruebas ópticas

Para la detección de errores refractivos se han propuesto diversas técnicas a lo largo de la historia. A continuación se muestran dos técnicas importantes ya que el diseño de algunos instrumentos actuales se fundamenta en éstas.

Disco de Scheiner

El disco de Scheiner consiste de un disco que tiene dos orificios y se coloca enfrente del ojo, cuando la persona observa una **fuentes puntual** distante, la imagen que percibe el ojo dependerá de su error refractivo.

Figura 1: Disco de Scheiner



(a, b) El ojo miope o hipermetrope observa dos imágenes.

(c) El ojo emmetrope observa una única imagen. Es decir cuando las imágenes se enfocan colapsan en una sola.

Esta prueba fue diseñada en el siglo XVI y la mayoría de los autorefractómetros modernos utilizan este fundamento para la medición de errores refractivos [4].

Referencias

[1] O. M. d. I. Salud, "Salud ocular universal. Un plan de acción mundial para 2014-2019," Organización Mundial de la Salud, España, 2013.

[2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, "La discapacidad en México, datos al 2014," INEGI, 2016.

[3] M. Born and E. Wolf, The Diffraction Theory of Aberrations, 6 ed., New York: Pergamon Press, 1989, pp. 459-490.

[4] P. Artal, Handbook of visual optics: Instrumentation and vision correction, 1 ed., New York, CRC Press, 2017, pp 104-120.

[5] M. Katz, Introduction to geometrical optics, 1 ed., New York, World Scientific, 2002, pp. 235-247.

[6] J. Goodman, Introduction to Fourier Optics, 3rd edition, USA, Roberts & Company Publishers, 2005, pp.127-160.

Optómetro de Badal

El optómetro de Badal consiste de una lente positiva que está fija, el paciente coloca su ojo delante de la lente a la distancia focal y cambia de posición un objeto movable que se encuentra detrás de la lente hasta que la observa con mayor nitidez.

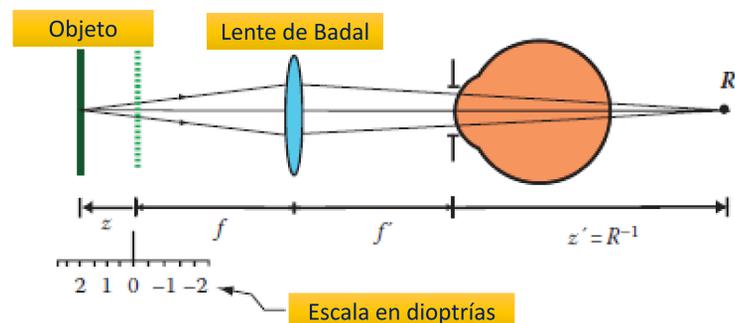


Figura 2: Optómetro de Badal

El optómetro de Badal se puede combinar con un oftalmoscopio para realizar una medición subjetiva del error refractivo del paciente.

El optómetro de Badal permite medir la ametropía mediante una simple ecuación

$$A = -\frac{x F^2}{100} \text{ dioptrías}$$

donde x es la distancia a la cual se coloca la imagen objetivo, F el punto focal de la lente de Badal y A es la ametropía. [5]

Resolución de un sistema óptico

La **borrosidad** de una imagen se debe a los **efectos de difracción** causados por la **limitación espacial** de un sistema óptico, es decir, debido a que las lentes tienen un tamaño finito.

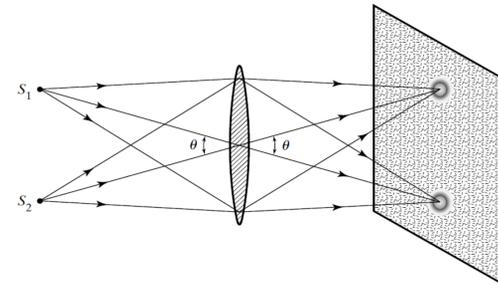


Figura 3: Difracción de dos fuentes puntuales formada por una única lente [6]

La agudeza visual mide el grado de detalle que una persona puede observar y está relacionada a la resolución del ojo y a las aberraciones que puedan estar presentes en éste.

Función de punto extendido.

La función de punto extendido ayuda a caracterizar un sistema óptico, ya que nos da información sobre cómo actúa el sistema en una imagen. Idealmente corresponde a una función de Airy, sin embargo si hay aberraciones presentes, esta función de punto extendido ya no será simétrica.

Determinar la función de punto extendido del ojo es lo que permite conocer las aberraciones del mismo.

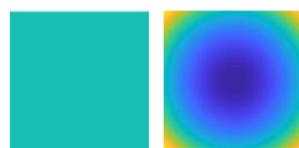


Figura 4: Polinomios de Zernike z_{00} y z_{02} .



Figura 5: Imagen sin aberración, imagen aberrada con miopía.

Trabajo a futuro

- Diseñar un prototipo funcional que permita evaluar de errores de refracción combinando técnicas ópticas conocidas con tecnologías de la información y la comunicación.
- Realizar pruebas de diagnóstico para validar el desempeño del prototipo.