

Formato de Seminario del Grupo de óptica y Tratamiento de Señales (GOTS)

15 de marzo de 2024

Información personal

Fecha

24-03-18

Nombre

Oscar Alfonso PUENTES PORRAS

Título

Propuesta de un Modelo cartesiano del ojo humano

Área de investigación

Óptica geométrica, Diseño y Formación de imágenes

Términos clave

- 1 Modelamiento ocular
- 2 Óptica geométrica
- 3 Estigmatismo
- 4 Ovoides de Descartes
- 5 Principio de Fermat

Datos de interés general

Preguntémonos qué forma podría ser la del ojo evolucionado dentro de 500 millones de años. Sabemos cómo era la forma del ojo hace 500 millones de años? Sin ir tan lejos, sabemos cuál es la forma actual de nuestros ojos?

Para poder responder preguntas como estas se estudia óptica, anatomía y se plantean modelos. El primer modelo conocido del ojo humano fue una cámara oscura y lo dio el árabe Alazén. *Grosso modo* el ojo es eso, una cavidad cerrada que deja pasar luz por un pequeño orificio e invierte las imágenes. Pero el ojo no es plano ni es una esfera, sino una asfera. Más precisamente, la forma de la cornea, el cristalino y la retina es la de una esfera deformada, o sea, una asfera. Porqué es esto así?

Por fortuna, las estructuras, las trayectorias, los métodos y procesos que adopta la naturaleza parecen estar determinados por un principio económico, un principio extremal: si una forma prevalece es gracias a que otros atributos son llevados al límite del extremo. Es este un principio que debería ser invariante en cualquier geometría del espacio para que la luz que se propaga de un punto a otro, lo haga por el camino óptico cuya longitud es estacionaria respecto de posibles variaciones que pueda tomar (Principio de Fermat, 1662).

A partir del Principio de Fermat, que contiene todas las demás leyes de la óptica geométrica como la ley de propagación en segmentos rectos y las leyes de reflexión y refracción, puede también entenderse la elección de la naturaleza por una forma específica prevalente y su interacción con la luz.

Se sabe por registros fósiles muy bien conservados que hace 500 millones de años había en el planeta unas formas de vida que podían ver. Aquellos ojos tenían una forma oval que seguramente era la forma mejor adaptada y que cumplía el Principio de Fermat. Qué semejanzas puede haber entre las formas del ojo primitivo, el ojo actual y el ojo futuro?

La forma ovoidal mencionada fue descrita por R. Descartes en 1637, en su texto filosófico titulado *Discurso de los métodos que conducen al buen raciocinio y a la búsqueda de la verdad en las ciencias*, donde mostró sus propiedades ópticas, como aquella superficie que forma imágenes estigmáticas. Sin embargo, este hallazgo fue ignorado por más dos siglos, aún cuando se siguiera buscando la condición de estigmatismo y la formación de imágenes de muy alta calidad en sistemas ópticos.

Se justifica entonces un modelo con ovoides de Descartes, por ser las superficies esféricas mejor adaptadas que pueden describir satisfactoriamente la óptica ocular.

Resumen

Los ovoides de Descartes son formas de cuarto grado que al ser aplicadas a la interfaz material de un sistema formador de imágenes, refractan la luz de tal manera que se producen imágenes estigmáticas o libres de aberración. El estigmatismo es tema fundamental de investigación en diseño óptico, y las formas cuárticas de Descartes son una clase de superficies esféricas rigurosamente estigmáticas, esto es, forman imágenes puntuales a partir de objetos puntuales. Es un hecho establecido que la naturaleza se comporta obedeciendo un principio extremal, por lo que creemos que la evolución del órgano de la visión se dio en virtud de este principio llamado Principio de Fermat, llegando al ovoide de Descartes como la forma mejor adaptada. Siguiendo esta idea nos proponemos desarrollar un modelo cartesiano del ojo humano usando el Método GOTS de diseño óptico, con el cual se definen parámetros de forma a partir de datos biométricos y físicos promedio. Esperamos encontrar una alta correspondencia entre las superficies naturalmente evolucionadas de la córnea, el cristalino y la retina, con la forma propuesta en el modelo de ovoides, teniendo en cuenta posibles variaciones anatómicas. Los resultados podrán ser comparados con otras estructuras visuales de especies ejemplares del reino animal, para los cuales aplicaremos el modelo, implementando herramientas computacionales de diseño óptico como trazado de rayos y optimización numérica.