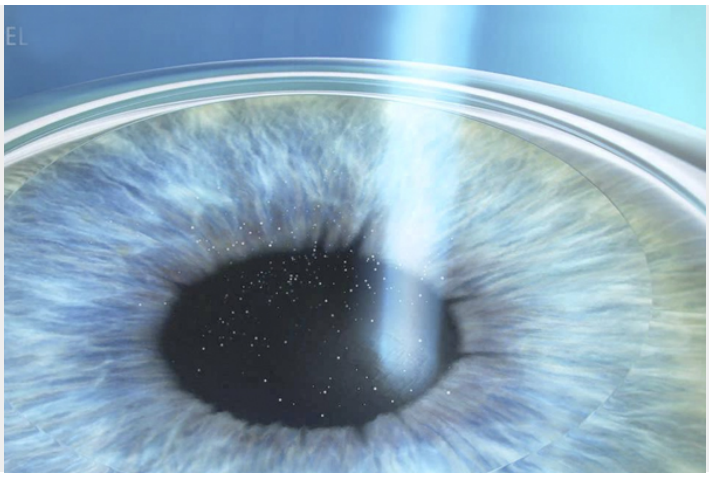
PARA VERTE MEJOR

Posted on 18 julio, 2015 by Alfo José Batista Leyva



Cuando Violeta Parra en sus inolvidables versos agradecía a la vida por haberle dado tanto, resaltaba que sus … "dos luceros que, cuando los abro…" le permitían distinguir el mundo fascinante que bullía en torno a ella. La visión es, en efecto un tesoro…

Categories: Año internacional de la luz, Ciencia

Tag: Física

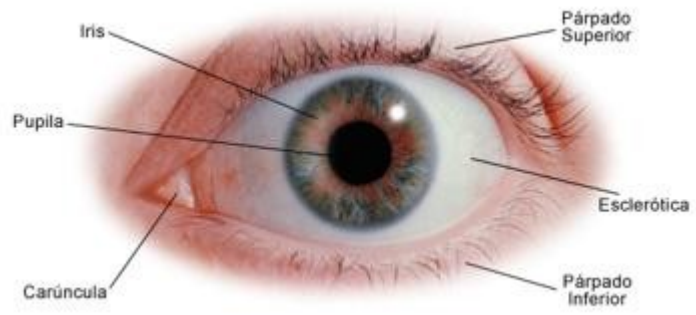
> *Es en el cerebro donde ocurre la verdadera magia: la interpretación de la información recibida.*

Cuando Violeta Parra en sus inolvidables versos agradecía a la vida por haberle dado tanto, resaltaba que sus … "dos luceros que, cuando los abro…" le permitían distinguir el mundo fascinante que bullía en torno a ella. La visión es, en efecto un tesoro que, visto desde una perspectiva más pragmática, nos da un cúmulo enorme de información. Muy temprano en el desarrollo del ser humano, los ojos comienzan a constituirse en el canal fundamental de adquisición de información

del mundo que se desarrolla alrededor de nosotros. Una visión perfecta (ojos emétropes diría un especialista) es realmente un regalo de la vida. Cuando los ojos funcionan bien, su misión es tomar la luz que entra y, gracias a su poder de refracción, enfocarla sobre la retina, donde se forma una imagen invertida del objeto que se está mirando. Allí la luz actúa sobre receptores presentes en células que reciben el nombre de conos y bastones. Las señales generadas en estos elementos son transmitidas por el nervio óptico al cerebro. Es en el cerebro donde ocurre la verdadera magia: la interpretación de la información recibida que nos permite percibir no sólo las formas, sino comprender los contextos. En primer lugar, el cerebro hace que veamos derechas las imágenes que llegaron invertidas a la retina. Además, une las imágenes de ambos ojos en una sola. Luego, junto con los centros de la memoria, permiten una comprensión de la realidad vista. Esta conjunción de procesos físicos, fisiológicos y psicológicos da como resultado la visión.

Lamentablemente no todos los ojos funcionan así: en un número importante de personas, los defectos refractivos empañan, en el sentido más estricto de la palabra, el disfrute de ese bien. Son muchos los defectos de la visión o ametropías. Para entender en qué consisten demos un vistazo al interior de nuestros ojos.

Quizás sea conveniente pensar primero en cómo funciona una cámara fotográfica. La luz entra a la cámara por un lente objetivo, que se puede cambiar de posición para cambiar el enfoque. Detrás de este lente se encuentra un diafragma que regula la cantidad de luz que entra en la cámara. En una foto nocturna este diafragma se abre, mientras que al fotografiar una escena diurna se cerrará más. En los modelos más simples de cámara, a continuación se encuentra el elemento fotosensible que registra la radiación. Éste puede ser una lámina de plástico recubierta de una gelatina sensible a la luz (película fotográfica) o un sistema electrónico fotosensible (un arreglo de fotodiodos, por ejemplo) en cámaras más modernas. Sobre este elemento es que el sistema de lentes enfoca la luz que entra en la cámara.



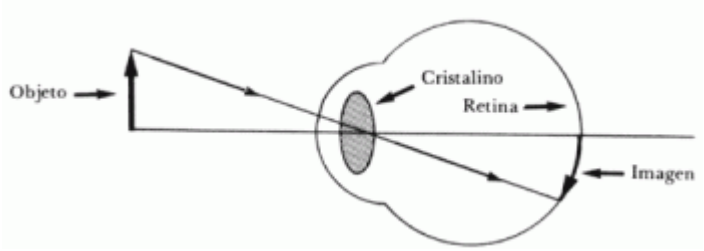
El ojo humano, por su parte, tiene forma esferoidal, recubierto por una membrana resistente y opaca llamada esclerótica que ayuda a mantener los fluidos intraoculares y la presión adecuada en los ojos. En la parte anterior del ojo la cubierta se hace más curvada y transparente y recibe el nombre de córnea. La córnea es una lente biológica en forma de menisco con un perfil esférico en su centro (en el caso ideal), que deja pasar la luz y es responsable de alrededor de dos terceras partes del poder refractivo de los ojos. A continuación se encuentra la cámara anterior, llena de un líquido conocido como humor acuoso. Al final de la cámara anterior está un diafragma llamado iris que deja pasar la luz sólo en su parte central. Lo más interesante del iris es que el diámetro de su apertura varía en dependencia de la

cantidad de luz que llega al ojo, lo cual se percibe como un cambio en el tamaño de la pupila.

Al pasar el iris, la luz llega al segundo elemento del sistema concentrador de luz del ojo: el cristalino. El cristalino es una lente biconvexa que aporta la otra tercera parte del poder refractor del ojo. Pero lo más importante del cristalino es que realiza el proceso que se conoce como acomodación de la vista. Imagínese que está en una carretera y a lo lejos percibe un auto que se acerca al sitio donde usted se encuentra. La experiencia indica que, independientemente de la distancia a la que se encuentre el auto (1 km o 1 metro), lo verá siempre enfocado, sin realizar ningún esfuerzo aparente para lograrlo. En una cámara fotográfica simple esto se logra cambiando la posición de la lente objetivo. En el ojo el mecanismo es distinto.

En su estado normal el cristalino tiene un valor de espesor y de curvatura en sus caras que permite enfocar objetos que estén muy lejos, en principio en el infinito, que es el llamado punto lejano del ojo. Para objetos más cercanos es necesario aumentar su potencia óptica, lo cual se logra cambiando la forma de éste. El cristalino está rodeado por los músculos ciliares, que al contraerse lo comprimen aumentando su espesor en el centro y la curvatura de las dos superficies. Esto hace que la potencia óptica aumente, logrando enfocar objetos más cercanos. La visión se acomoda a la distancia a la cual deseamos realizar el enfoque.

El ajuste funciona hasta que los objetos se encuentran a una distancia entre 20 y 25 cm, lugar donde se sitúa el punto cercano. A distancias menores los ojos emétropes no permiten enfocar y los objetos comenzarán a verse borrosos.



Hay otro aspecto del cristalino que lo hace un instrumento óptico peculiar. Las lentes de vidrio que acostumbramos para ver, por ejemplo una lupa, tienen el mismo índice de refracción en todo su volumen. Mientras mayor el índice de refracción, mayor el poder refractor de la lupa. En el caso del cristalino el índice de refracción cambia tanto a lo largo de su eje como de su radio, siendo mayor en el núcleo que en su superficie. Técnicamente se dice que el cristalino es una lente GRIN (gradiente de índice). Estos cambios en el índice de refracción están asociados a la variación de la concentración de una proteína llamada cristalina. Esa peculiaridad del cristalino hace que aunque el índice de refracción varía entre 1.386 (en la superficie) y 1.404 (en el núcleo), para lograr su misma potencia óptica con una lente convencional de su misma forma y dimensiones se necesita usar un material con un índice de refracción de 1.42. La combinación del poder de acomodación con su estructura de lente GRIN hacen del cristalino un sistema óptico muy especial.

Otra consecuencia de la peculiar distribución de índices de refracción radica en la solución de la llamada “paradoja del cristalino”. Está demostrado que el cristalino a lo largo de la vida de una

persona aumenta su grosor y la curvatura de sus superficies. Sin embargo, en contra de lo esperado, su capacidad de refracción no aumenta. Estudios recientes demuestran que la causa de este comportamiento radica en que, junto con el cambio de curvatura y grosor, la distribución de índices de refracción se hace casi constante en el centro, lo que compensa el aumento del grosor.

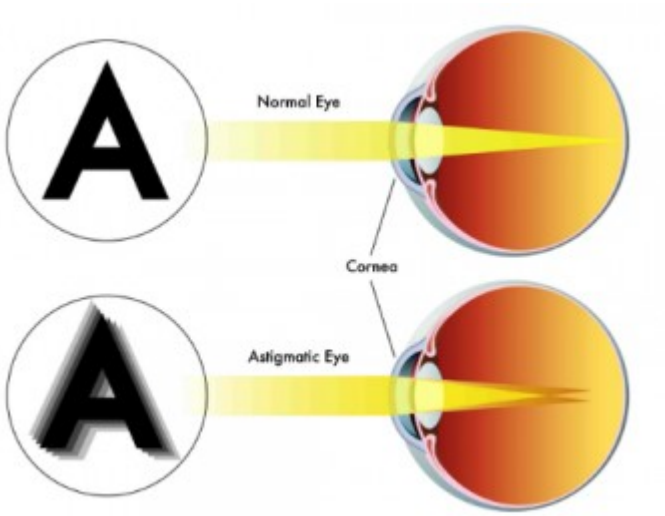


A continuación del cristalino se encuentra la cámara posterior, más grande y llena del humor vítreo. Al final está la retina, con sus receptores de luz y el nervio óptico. Visto entonces el sistema en su conjunto, la luz que procede de un objeto entra a los ojos, y por la acción de la córnea y el cristalino se forma una imagen en la retina... si todo funciona bien.

Hay muchas formas de que las cosas no vayan bien. Los problemas más comunes en los ojos humanos reciben el nombre de defectos de refracción. Entre éstos, los más conocidos son la miopía y la hipermetropía. El ojo miope tiene un problema de diseño, ya que la imagen de un punto lejano se forma no sobre la retina, sino delante de esta. Podría decirse que la potencia del ojo es excesiva, o que el ojo es muy largo. Los ojos miopes ven bien los objetos cercanos, pero a partir de determinada distancia, el mundo comienza a verse borroso. El punto lejano no está en infinito, está cerca del ojo.

El ojo hipermétrope tiene el problema contrario, la imagen de objetos lejanos se forma detrás de la retina, resultando el ojo muy corto para la potencia que dan la córnea y el cristalino. El punto cercano está más alejado que en el ojo normal.

Aunque éstos son quizás los defectos de la visión más conocidos, realmente el más difundido, ya que casi todos los ojos lo poseen, es el astigmatismo. La causa del astigmatismo es la separación de la córnea de la esfericidad, siendo más curvada en unas regiones y menos en la otra. En el llamado astigmatismo regular, hay dos ejes perpendiculares, uno de los cuales tiene un radio de curvatura mayor que el resto del ojo, mientras que el eje perpendicular a él presenta el menor valor de radio de curvatura. Si los ejes no son perpendiculares, el astigmatismo se denomina irregular. El primero es posible corregirlo, el



segundo es muy difícil de rectificar.

El método más conocido de corrección de los defectos de refracción es el uso de lentes (sean clásicos o de contacto). Los lentes compensan estos defectos, logrando una visión cercana a la de los ojos emétropes. Por ejemplo, en el caso de los ojos miopes, puesto que el punto lejano está a una distancia relativamente corta del ojo, lo que hace la lente correctiva es proyectar una imagen de los objetos lejanos a la distancia a que el ojo tiene el punto lejano. De esta forma el ojo será capaz, con el ajuste, de percibir claramente los objetos que se encuentren a cualquier distancia. Para los ojos hipermétropes la solución es enfocar los objetos que están a una distancia corta del ojo a la posición del punto cercano, así la acomodación permite ver a todas las distancias. El astigmatismo se corrige normalmente con lentes cilíndricas, siguiendo un método aplicado por primera vez por el astrónomo inglés George Airy para usarlo en sí mismo.

Hay un problema visual que aparece a partir de la edad de 40 años y recibe el nombre de presbicia senil. Sucede que los músculos ciliares, encargados del ajuste, van perdiendo su efectividad, y no logran acomodar lo suficiente, por lo que el punto cercano se va alejando cada vez más. Es común la imagen de personas de edad avanzada que sostienen los libros muy alejados del rostro para poder leer. La rectificación de la presbicia es igual a la de la hipermetropía.

> *Los métodos fundamentales de cirugía refractiva consisten en cambiar la curvatura de la córnea.*

Hace ya un tiempo que se ha popularizado el uso de cirugías correctivas para solucionar estos defectos. Los métodos fundamentales de cirugía refractiva consisten en cambiar la curvatura de la córnea, debilitándola o reforzándola en algunos sitios. Como resultado el ojo se acerca mucho a la emetropía y se elimina el uso de espejuelos o lentes de contacto. El número de estas operaciones que se realizan al año va en incremento. Aunque estas técnicas ya tienen muchos años de aplicación, el uso de láseres de exímeros ha perfeccionado su uso y la seguridad de la operación. Los procedimientos fundamentales para la corrección de los defectos de refracción son:



Queratectomía fotorrefractiva (PRK por sus siglas en inglés). En esta técnica las células de la superficie más externa de la córnea (epitelio) son removidas por un cepillo o por la propia radiación láser y luego el láser elimina parte de la córnea en sitios seleccionados previamente.

- **Queratectomía subepitelial asistida por láser (LASEK).** En este caso se retira el epitelio con alcohol diluido, y se talla la córnea hasta el punto deseado, colocándose nuevamente el epitelio, y cubriéndose con una lente para facilitar su renovación y reducir las molestias.

- Queratectomía *in situ* con láser (LASIK). En este caso el cirujano aparta una pequeña porción del epitelio corneal, y en la zona descubierta retira la parte del tejido prevista, regresando luego el epitelio a su posición original.

Así que en todos los casos lo que se hace es eliminar algunas capas de la córnea para llevar la forma del ojo a la ideal para tener una visión perfecta. Claro está que no siempre se logra, en algunos casos hay que hacer una segunda cirugía, y en otros es necesario usar gafas correctivas, aunque de menor graduación.

En los casos de defectos muy grandes, no es posible rectificarlos totalmente. Las técnicas quirúrgicas están limitadas, pues retirar demasiado tejido de la córnea la debilita mucho, y puede traer problemas peores que los que se querían rectificar, como pueden ser las formaciones de halos en la visión.

> *Casos de miopía profunda, pueden tratarse con procedimientos combinados de cirugía láser.*

Los defectos de refracción excesivamente elevados se pueden aliviar con la introducción de lentes intraoculares, que se sitúan en la cámara anterior y ayudan a mejorar la visión. Casos de miopía profunda, por ejemplo, asociada a astigmatismo, pueden tratarse con procedimientos combinados de cirugía láser para el astigmatismo y lentes intraoculares para la miopía.

También el cristalino puede dar problemas, el más común de todos, las cataratas, que hacen opaco el cristalino e impiden la visión correcta hasta dejar ciega a la persona en casos extremos. Hay varias causas para la aparición de las cataratas, siendo la más común la edad. También las provocan distintos tipos de radiaciones, desde el infrarrojo al ultravioleta e incluso los rayos X, también traumatismos oculares. Dados los efectos dramáticos que traen las cataratas sobre la calidad de vida del paciente, se han elaborado procedimientos quirúrgicos para corregir el problema. La idea consiste en extraer el cristalino dañado y reemplazarlo por una lente (que puede ser rígida o blanda) que ayude en el enfoque.

El defecto fundamental que tiene este procedimiento es que la lente de reemplazo, independientemente de su tipo, no puede acomodar la visión, de tal forma que es necesario utilizar lentes correctoras. Por lo general el cálculo de la potencia del implante a poner se hace

considerando una visión lejana (más de 5 metros) y la visión cercana se regula con lentes. Claro está que los intereses del paciente influyen en la decisión. Una persona que utilice mucho la visión cercana, quizás quiera que la lente intraocular se calcule para la emetropía a una distancia menor, regulando la visión lejana con lentes para miopes.

La oftalmología moderna ha logrado mejorar la calidad de vida de innumerables pacientes, garantizándoles el disfrute de las bellezas del mundo. La visión es un tesoro inapreciable, un regalo que nos ha hecho la evolución y merece que le cantemos, junto con la inmortal Violeta, un "gracias a la vida". C^2

Referencias

http://es.wikipedia.org/wiki/Menisco_(óptica)

https://www.revistac2.com/metamateriales-opticos-un-mundo-inverosimil