

VISION Y LUZ

I

No es nuestra intención describir en todos sus pormenores la constitución del ojo, ni el modo como los rayos de la luz penetran en su interior, para formar las imágenes de los objetos exteriores, sino únicamente estudiar en esta conferencia, algunas particularidades de este órgano maravilloso y darlas a conocer a las personas que no se hayan ocupado de los estudios físicos y biológicos de la visión.

El ojo en su estructura es un instrumento complicado, encargado de desempeñar la función más importante en la vida de relación del hombre con los seres que le rodean, por supuesto con el auxilio de la luz, sin lo cual este instrumento quedaría inerte.

Entre los instrumentos inventados por el hombre, hay uno que tiene una grande semejanza con el ojo, en parte con su estructura y con sus funciones, es la cámara oscura empleada en el bello arte del fotógrafo, que hoy conocen hasta los niños. El ojo tiene sus lentes objetivos, es decir, que se dirigen hacia los objetos exteriores: la córnea convexa que con el humor acuoso que la sigue hacia el interior forman la primera lente, que hace convergentes los rayos de la luz que lo traspasan; sigue inmediatamente un diafragma que lleva el color característico en los individuos y en las diferentes razas que pueblan el mundo; este diafragma está perforado en su centro por la pupila, abertura que deja pasar los rayos de luz que refractándose en una segunda lente, llamada el cristalino, que está situado inmediatamente después del iris, van a formar lo focos que pintan la imagen invertida de los objetos, sobre una pantalla nerviosa cóncava que es la retina, exactamente como se pintan las imágenes investidas sobre la pan-

talla de vidrio deslustrado de la cámara fotográfica. En esta cámara el fotógrafo acomoda las lentes objetivas a las distancias necesarias para que la imagen se pinte con nitidez. En el ojo el encargado de modificar el poder refringente de las lentes, sin variar sus distancias, es un pequeño músculo que rodea al cristalino y que por su contracción aumenta su convexidad haciéndole más refringente, para traer la imagen sobre la retina, cuando está más allá de ella. Este pequeño músculo llamado *ciliar* aumenta progresivamente su esfuerzo de contracción a medida que la vista se dirige a objetos más cercanos, hasta el límite mínimo que es de 22 centímetros, término medio, del cual no puede pasar. Con el avance de la edad (de los 45 años) pierde ese músculo su energía y falla a la acomodación de la vista a cortas distancias, y entonces es necesario alejar el objeto que se mira, fenómeno llamado *presbicia*, que va aumentándose progresivamente y se corrige con lentes convergentes.

Los ojos tienen un desarrollo precoz en los niños recién nacidos; en esta época son casi del volumen que han de tener en el resto de la vida. «Si la fisonomía de los niños es casi siempre agradable, es porque los ojos que dan al rostro sus principales caracteres, son proporcionalmente más grandes que los otros órganos. Se puede decir que la naturaleza se apresura a terminar el aparato de la visión, porque es necesario proveer al hombre de un instrumento perfecto desde el principio, para el ejercicio del más importante de los sentidos» (Figuiet).

Sin embargo el sentido de la vista, así como los demás sentidos, necesita de ser educado y lo consigue con el ejercicio y con el auxilio de los demás sentidos, principalmente con el tacto. La vista, aun bien ejercitada, puede incurrir en errores, principalmente cuando median grandes distancias entre el ojo y los objetos;

entonces no se puede juzgar con exactitud si el objeto se mueve acercándose o retirándose, porque el ángulo visual formado por los rayos de luz que parten de los extremos del objeto y se cruzan en el centro óptico, es muy agudo, y la imagen que pintan en la retina parece que no cambia de dimensión; pero a cortas distancias las dimensiones de la imagen varían proporcionalmente con las variaciones del ángulo visual; por las mismas causas es difícil juzgar del tamaño, de la forma y de la distancia del objeto que se mira. El cambio de situación del objeto en sentido transversal se juzga por el desalejamiento de la imagen en sentido contrario.

La necesidad de la educación de la vista en el niño se revela, cuando comienza en sus primeros pasos, porque pretende cogerse de objetos muy distantes de sus manos, y lo revela también lo que se refiere del ciego de nacimiento operado por el cirujano inglés Cheselden, que creía, cuando abrió los ojos a la luz, que todos los objetos que percibía estaban aplicados inmediatamente a ellos.

Con el progreso de la edad, el niño, comparando las cualidades de los objetos que ve constantemente, su movilidad, su forma, su colorido, sus distancias, adquiere una educación de su vista suficiente, dentro de ciertos límites. Por lo demás para el ejercicio de esta importante función, el que ha creado todas las cosas, ha regulado la estructura, las formas, la disposición y las densidades de las diferentes partes del ojo, del modo más necesario para hacer de este órgano el instrumento óptico más perfecto, cuidando de que resulten claras y exactas las imágenes que se pintan en él.

La forma del ojo en el hombre es casi esférica, pero en algunos individuos es alargada en el sentido de su eje antero-posterior, y agregado a esto el aumento de convexidad de la córnea transparente o del cristalino, sucede entonces que las imágenes se pintan en

posición anterior a la retina, y para verlas es necesario aproximar los objetos que se miran, para que emigre y caiga sobre la pantalla sensible; este defecto se llama *miopía*. En los ojos achatados cuyo eje antero-posterior es más corto que en la vista normal, sucede el fenómeno contrario; el objeto que se mira pinta su imagen atrás de la retina y para verla con nitidez es necesario alejarlo convenientemente; esto es lo que se llama *hipermetropía*.

En los animales varía, algún tanto, respecto del hombre, la conformación de los ojos; en sus dimensiones, en su forma y en su estructura interna. En los cuadrúpedos que viven sobre la tierra es también redondo; en los peces y cetáceos, por el contrario, es más plano por delante, y la convexidad del cristalino está en razón inversa de la córnea, es casi esférico. En las aves que ordinariamente se ciernen en las altas regiones de la atmósfera, el ojo se aparta de la forma esférica, es más convexo en la parte anterior, y su cristalino tiene la forma de una lenteja aplastada. La convexidad de la córnea transparente y el aplanamiento del cristalino son dos conformaciones de los ojos del condor y del águila, que le son necesarias para que puedan ver su presa desde grandes alturas. En comprobación de esto, citamos el caso siguiente:

En los comienzos de la construcción del ferrocarril de la Sabana, uno de los ingenieros, el doctor Manuel Ponce de León, dirigió el anteojo de su teodolito a una águila que se cernía en el espacio, a una altura de más de 400 metros, casi sin trepidar, pues la imagen de su cuerpo muy poco se apartaba de las retículas de las lentes oculares del instrumento, conservándose en esta posición, con las alas extendidas en un largo lapso de tiempo. Repentinamente plegó las alas y descendió con una rapidez vertiginosa, y al llegar cerca del suelo las abrió para descender como un paracaídas con menos

velocidad. Después de algunos segundos ascendió llevando en su pico una culebra que sería el alimento para sus hijos.

Los insectos alados tienen ojos compuestos de multitud de ojos sencillos, agrupados en los lados de la cabeza, la superficie presenta numerosas facetas exágonas, ligeramente convexas; parece que estos animales tienen una vista panorámica, que alcanza a una grande extensión de superficie, con relación a las pequeñas dimensiones de su cuerpo.

La parte principal del ojo, en el hombre, es la retina; por esto trataremos de describir su estructura con la claridad posible, pues es muy complicada para los que no han hecho estudios histológicos. En el espesor de la retina se han encontrado y descrito numerosos planos (hasta 10) superpuestos, y compuestos de elementos nerviosos comprendidos en las tramas de tejido conjuntivo que sirve de sostén a las células y fibras nerviosas sensibles. Estas fibras después de un trayecto variable se encurvan de dentro afuera del ojo, hasta colocarse en la membrana que cubre la retina por el exterior, llamada *coroides*, teñida de un pigmentum negro; y terminadas allí por células nerviosas en forma de *bastoncillos* y de *conos*. En el trayecto de las fibras nerviosas distingúense células que llevan muchos prolongamientos (multipolares), y otros que solamente tienen dos (bipolares).

El célebre histólogo español don Santiago Ramón y Cajal, ha reducido los diferentes planos de elementos nerviosos descritos por sus antecesores a tres planos de neuronas. Para mejor inteligencia diremos lo que es neurona: es una unidad nerviosa, centro de inervación formado de una célula con núcleo y prolongamientos cortos ramificados llamados *dendritas* que transmiten las sensaciones que reciben a otro centro independiente por la contigüidad de sus dendritas; tienen también un

filamento nervioso llamado cilindro-eje, que puede ser largo o corto. Los planos que Ramón y Cajal ha estudiado y descrito, son los siguientes: el primero, y más extenso, compuesto de neuronas formadas, cada una de ellas, por una célula nerviosa provista de prolongamientos, uno celulípeto (centrípeto), que parte del cono o del bastoncito, y otro celulífugo (centrífugo) que se asienta en la capa de moléculas nerviosas externas; uno y otro se relacionan después con las arborizaciones nerviosas subyacentes. Las neuronas del segundo plano están formadas por las células internas, provistas igualmente cada una de prolongamientos, celulípetos y celulífugos; los celulípetos nacen en la capa molecular nerviosa por una rica arborización que se articula con los prolongamientos de muchos bastoncillos o conos; y así se opera una primera reducción o condensación de vías de inervación. Los prolongamientos celulífugos se asientan en la capa molecular interna y van a ponerse en contacto por medio de una arborización nerviosa terminal con los prolongamientos protoplasmáticos de las células ganglionares. Estos últimos elementos constituyen las neuronas del tercer plano. Cada una de ellas se articula por sus dendritas o filetes con los prolongamientos de muchas células internas, y aquí se establece una nueva reducción de las vías de inervación; y emiten también prolongamientos de cilindraxia que forman fibras del nervio óptico.

Esta pantalla nerviosa, tan rica en elementos nerviosos, no es igualmente sensible en todas sus partes, hay una pequeña extensión de ella, correspondiente a la sección del nervio óptico en su entrada en la cámara posterior del ojo, que es absolutamente inexcitable por los rayos de la luz, y se denomina *punctum cæcum*, pero se acostumbra el ojo a hacer abstracción de su insensibilidad, por el ejercicio de las impresiones frecuentes y rápidas en la mayor extensión sensible de la retina.

En compensación, podemos decir, que la sensibilidad retiniana tiene su *máximum* en un pequeño espacio redondo, llamado *mancha amarilla*, equivalente a un milímetro cuadrado de superficie, situada en la extremidad interna del eje antero-posterior del ojo; en ella los únicos elementos nerviosos que se encuentran son bastoncillos y sirven para distinguir los objetos de pequeñas dimensiones.

En la retina se verifica el fenómeno, hasta ahora inexplicable, la conversión de la energía física (vibraciones del éter) en energía nerviosa específica para la visión. Lo único que se sabe, según las investigaciones de los señores Boll y Kühne, es que en esta conversión debe de haber un proceso químico intermediario, por las observaciones siguientes: en la obscuridad, el plano externo de los bastoncillos vueltos del lado de la coroides, se colora vivamente en rojo; el tinte es debido a una materia colorante llamada *rojo retiniano* o *erythrop-sina*; sustancia que se decolora rápidamente por la acción de la luz, pero permanece inalterable si se sumerge el ojo en una solución de alumbre, en la obscuridad. Por esta propiedad han podido obtenerse fotografías de los objetos pintados en la retina, llamadas optogramas. Para obtenerlas se mantiene un animal (conejo por ejemplo) en la obscuridad y después se le pone durante algún tiempo delante de un objeto claramente iluminado por la luz, por ejemplo delante de una ventana; sacrificado el animal se saca el ojo y se sumerge en la solución de alumbre; se fijarán así las alteraciones producidas en la materia roja, y aparece la imagen de la ventana con su marco y balaustres; las partes alteradas por la luz son transparentes y el resto queda de color rojo.

¿Qué funciones desempeñarán las imágenes pintadas en la púrpura retiniana, en la transmisión de las impresiones visuales por complicadísimas vías cerebra-

les, hasta llegar a los lóbulos occipitales, en donde se cree haber encontrado según Munk, los centros *psíquicos* de la visión? Nos parece que esto es un misterio, como tantos otros, que está fuera del alcance del hombre.

LIBORIO ZERDA

(Concluirá)

EL FRUTO DE UNA PLEGARIA

I

Cierto día que el afamado pintor Casto Plasencia había salido al campo a hacer uno de sus maravillosos estudios de paisaje, halló tendido en la mullida grama de la pradera a un muchachuelo que guardaba unas vacas, las cuales allí en el mismo campo pastaban apaciblemente, haciendo sonar de tiempo en tiempo, según su manso movimiento, las cercerras pendientes de su cuello.

Gustó, sin duda, al pintor aquel aménisimo lugar, la lozana verdura del suelo, matizada de florecillas de mil colores, la contigua arboleda de empinados álamos, la azulada lejanía de las montañas, y sobre todo el gracioso juego de las figuras del pastorcillo y su ganado.

Clavó el artista su quitasol en el suelo, y armando su silla y caballete articulado sentóse en ella, puso en éste un lienzo, sacó de su caja de colores los necesarios, su paleta y sus pinceles, y mirando muy atentamente al mozalbete empezó a pintar.

Grande fue la inquietud que le entró al muchacho, que, sin duda, jamás había visto cosa más extraña que aquellos cachivaches y aquella singular operación que aquel hombre desconocido realizaba: inquietud en el niño más excitada en cuanto pudo notar la fijeza con