

córnea; y que el agua, se reúnan, se acerquen y acumulen mas y mas.

Por último llegan al cuerpo vítreo, cuya densidad es mayor que la del humor aqueo, pero menor que la del cristalino; y al pasar por él mudan de dirección la quarta vez. Pero como este último medio es mas raro que el precedente, se apartan de la línea recta, y sin hacerse del todo divergentes de convergentes que eran al salir del cristalino, adquieren sin embargo un grado de divergencia capaz de impedir que se junten demasiado pronto, ni se precipiten con demasiada vehemencia en el punto ó foco comun. Así es como todos los rayos juntos, acumulados, concentrados y reunidos por refracciones repetidas, vienen finalmente á coincidir en la retina, que es la expansion pulposa del nervio óptico, y la parte sensible del órgano de la vista.

Esta membrana, situada en el fondo del ojo, recibe la imágen de los objetos que la luz graba en ella, del mismo modo que la pinta en los experimentos de la cámara obscura. Trasmítase al sensorio por medio del nervio óptico, cuyo centro no corresponde precisamente al eje de la vision. Esta imágen transmitida resulta de muchos rasgos que los rayos que salen de cada punto del objeto visible van á pintar en la retina. De donde se infiere que son infinitos los rayos de luz que concurren á representarla; que distribuyen su impresion por diversos puntos del órgano sensible, y que, dispuestos en forma de conos luminosos, se apoyan sobre otros tantos centros particulares; sobre otros tantos focos distintos, cuyo conjunto constituye un centro único, un foco principal, el qual tiene necesariamente cierta y determinada extension.

Calculando los efectos combinados de las acciones y refracciones á que la luz está sujeta quando pasa por membranas y humores de diferente densidad, se ha procurado determinar, como no puede referirse este foco

principal á otra parte que á la retina (1).

Sin embargo no siempre han convenido los físicos en colocar exclusivamente en la retina el órgano de la vision, y algunos intentaron disputarle ya este privilegio, reclamandolo en favor de la coroidea. Dió márgen á esta disputa un experimento famoso de Mariotte, el qual habiendo puesto un pedazo de papel blanco sobre un fondo obscuro, á la altura de sus ojos para que le sirviese de punto fixo de vista, puso despues otro al lado derecho, á la distancia de cerca de dos pies, pero un poco mas baxo que el primero; y mirando luego muchas veces de seguida uno y otro papel, observó que al grado necesario de separacion para que el del lado derecho correspondiese al centro de la retina y del nervio óptico, dexaba ya de verlo y no advertia impresion ó sensacion alguna. De aquí concluyó que el centro del nervio óptico es insensible, que el eje de la vision y el de este nervio no puede ser uno mismo, y de consiguiente que esta no se hace en la retina, que existe en la parte del nervio que la experiencia demuestra incapaz de sentir. Pero si la coroidea envuelve á la retina, y falta precisamente en su centro, ó ácia el medio del nervio óptico, se sigue, segun Mariotte, que haciéndose la vision en qualquiera parte donde se halla la coroidea, y no verificándose donde esta no está aunque la retina sí, la primera de dichas membranas es el principal órgano de ella mas bien que la segunda.

Esta consecuencia, demasiadamente exágerada, no es conforme á lo que se observa: la estructura de la retina comparada á la de la coroidea en el hombre y en los animales prueba suficientemente, que aquella es mucho mas

(1) De Lahire, Accid. de la vista, pag. 532. Muschembroeck, Ensayos de físic. t. 2. Kepler, Dioptr. prop. 6. Noller, Físic. exper. lib. 5. Petit y Mem. de la Acad. de las Cienc. Leclerc, Nuev. sistem. de la vista. Lecat, Tratado de los sentidos. Camper, de vis. Haller, Elém. fisiol. t. 5, pag. 466.

á propósito que esta para recibir las sensaciones de la vista. Si el centro de la retina y del nervio óptico parece destituido de todo sentido, ¿por qué no deberá deducirse la razon de que estando ocupada esta parte central por una arteria y una vena, su organizacion mas vascular que nerviosa no tiene la facultad de percibir ni transmitir la impresion de los objetos visibles que la hieren (1)?

La luz no se propaga en líneas rectas, y los rayos que vibra cada extremidad de un objeto, se cruzan de derecha á izquierda y de arriba abaxo; de manera que los que vienen de un lado del objeto van á parar al lado opuesto del ojo. Esto se manifiesta bien claramente en la abertura de la pupila, donde los rayos confundidos unos con otros forman dos ángulos opuestos al vértice; cuya medida se aumenta ó disminuye en razon de las distancias; por consiguiente los objetos visibles se pintan en la retina en una situacion inversa, supuesto que la parte superior de cada uno se dirige ácia la inferior del ojo, y viceversa.

Segun esto, piensan algunos que no se ven las cosas en su posieion natural, ni se les da la situacion conveniente sino mediante el hábito y exercicio del tacto que con el tiempo corrige este error de la vista. Pero fuera de que los objetos se pintan en su verdadero lugar en los niños y en los animales de poco tiempo, que nunca han hecho uso de la experiencia, es verosimil que los veamos en la posieion en que existen fuera de nosotros sólo por juzgarlos segun la direccion de las líneas en que vienen á representarse en el fondo del ojo.

Añadiremos á esto una observacion del célebre Berckley que allana todas las dificultades. La situa-

(1) Mariotte, Obras de fisic. Decours, sobr. la vista, tit. I, pag. 497. Hamberger, *inst. fisiol.* pag. 530. Lecat, obr. cit. Saint-Yves, Fisic. del ojo. Pecquet y Perrault tomaron el partido contrario.

cion de los cuerpos es una cosa puramente relativa, y depende del lugar que cada uno ocupa respecto de sus inmediatos (1). Pero como todos los objetos visibles se cambian y mudan á un tiempo por la interseccion de los rayos luminosos, es claro que cada uno debe estar situado en la retina como realmente lo está fuera; así que los términos de alto y baxo son expresiones arbitrarias, por las quales se ha convenido en llamar superior todo lo que corresponde al cielo, é inferior lo que mira á la tierra. Pero es evidente que en el fondo del ojo la tierra y el cielo se pintan inversamente, uno ácia arriba y otro ácia abaxo; de suerte que todo viene á quedar lo mismo, y nosotros juzgamos superior la extremidad del objeto que en la retina está vuelta ácia el cielo, é inferior la que está mirando á la tierra.

Todos los fenómenos de la vista se siguen fácilmente del mecanismo y de las operaciones que se derivan de la estructura del ojo.

1.º Aunque muchos objetos obren al mismo tiempo en este órgano, hay uno que excita siempre una impresion mas clara y distinta, y que parece deber esta prerogativa á la circunstancia de corresponder mas directamente á la abertura de la pupila. Este hecho se explica muy bien, tanto por la sensibilidad mas viva de los puntos de la retina que caen enfrente de esta abertura, como por la mayor fuerza de los rayos situados lo mas cerca que es posible de una línea perpendicular paralela al eje de la vision.

2.º El ojo percibe sin embargo de un modo ménos exácto los objetos puestos de uno y otro lado; y los percibe á pesar del movimiento perpetuo que cambia su situacion y sus relaciones. La causa de esto consiste en la forma y extension de la retina, que abrazando todo el

(1) Berckley, *Theorici of vision*, pag. 312. Grimm. *de visu*. Gotting, 1754, 4.º

humor vitreo, puede recoger mejor la acción de los rayos de luz dispersos por todas partes, y las mutaciones y variaciones de los cuerpos movibles de donde dimanar.

3.º La imagen de cada objeto visible se pinta en cada uno de nuestros ojos, y sin embargo solo tenemos una sensación simple, una sola idea, porque los puntos de la retina donde se imprimen las dos imágenes, están en correspondencia, en armonía, y confunden sus afecciones. Por eso se duplica la sensación con poco que se altere la disposición de los exes ópticos, y que por esta razón dexa de caer cada una de las imágenes sobre porciones correspondientes; por otra parte, es probable que las mas veces solo nos basta una, y que el mas fuerte de nuestros dos ojos es el único que sirve para la visión, quedando inútil el mas débil.

4.º El órgano de la vista se acomoda á los diferentes grados de luz que admite ó recibe en las proporciones necesarias para herirle y afectarle como conviene. La pupila se contrae y estrecha á una luz demasiado viva; se dilata y ensancha, quando es demasiado lenta: estos movimientos dependen del iris, que da origen á la contracción de la pupila dilatándose, y á la dilatación de esta abertura contrayéndose. Es de notar que los movimientos del iris están subordinados á las impresiones transmitidas á la retina; porque Fontana y Caldaní experimentaron, que un hacecillo de luz que cae en el iris, no puede ni moverla, ni mudar el diámetro de la pupila, mientras que aquella se dilata y esta se contrae, si llegando hasta la retina, hace en ella una impresión bastante viva para irritarla (1).

5.º La esfera de la visión distinta comprehende una latitud muy considerable, y los objetos que vemos á distancias mas ó menos remotas producen rayos

(1) Fontana, *dei mot. dell. iride*. Lucc. 1765, 8.º Zinn, *de mot. uv. Comment. Societ. scient. Goetting.*, tom. 1. Caldaní, *Littera* 2. Whytt, *Vital. mot.*

mas ó menos divergentes. Si vienen de muy cerca, se apartan mas, y su foco ó punto de reunión debe estar mas distante; entónces la retina donde se efectua la coincidencia de los rayos, debe ser compelida ácia atrás, lo que aumenta la profundidad del globo del ojo, y su fuerza de refracción: al contrario, si vienen de muy lejos, no llegan tan divergentes, y su reunión se verifica con mas prontitud y facilidad; es necesario pues que los rayos puedan coincidir en un punto mas inmediato, y que la retina venga ácia adelante á fin de debilitar las refracciones disminuyendo el diámetro longitudinal del globo. Estas diferencias de configuración del ojo reconocen por causas los movimientos del cuerpo ciliar y de los músculos rectos; el primero estrecha y comprime el cristalino, hace mas convexa y saliente su figura, y aun puede tirar de él ácia adelante, ó aproximarle á la córnea. Los músculos aplicados al globo del ojo pueden alargarle comprimiéndole por los lados, y extender ó aumentar su diámetro (1).

6.º La imagen de los objetos llega á la retina despojada de los colores prismáticos que la harían confusa. La forma y naturaleza de las partes constitutivas del ojo son tales, que pueden corregir fácilmente las desviaciones de los rayos visuales, é impedir la dispersión de los colores que sería perjudicial á la claridad de la imagen impresa en la retina. Tal es el efecto que resulta de esta distribución bien ordenada de membranas y humores poco diferentes por su fuerza de refracción, pero que difieren mucho por el modo con que separan los rayos diversamente refrangibles.

7.º El ojo padece modificaciones apropiadas á los varios colores de los objetos, y se dispone por sí mismo á percibirlos en todos los matices ó coloridos que los diferencian. Esta disposición necesaria para discernirlos y sentirlos puede faltar en términos, de que

(1) Keplero, *Optiq. prop.* (1) Boerhaave, *instit. med.*

este órgano percibirá claramente los objetos sin ver los coloridos que parecen ofrecer; y hay personas insensibles á la vista de los colores, para quienes este orden de sensaciones no tiene existencia, aunque vean y distinguan verdaderamente los límites que los circunscriben.

El ejercicio de la vista está sujeto, como el de los demas sentidos, á ciertas condiciones sin las cuales no puede verificarse con la exáctitud que se requiere. Es necesario, 1.º, que la córnea, el humor aqueo, el cristalino y el vitreo gocen de una perfecta transparencia: 2.º, que entre la córnea y el cristalino haya una justa proporcion, y que su convexidad favorezca la reunion de los rayos luminosos en la retina: 3.º, que la sensibilidad de esta membrana no sea ni demasiado débil ni demasiado viva: 4.º, que el objeto visible esté bastante iluminado: 5.º, que el interior del ojo esté salpicado de colores negrizcos (1): 6.º, que la pupila obedezca á los movimientos convenientes de contraccion y dilatacion (2).

Si la córnea está muy protuberante, y el cristalino es mas convexo de lo que debe ser; si los humores son demasiado densos, y el ojo está demasiadamente profundo, los rayos se reunirán ántes de llegar á la retina, y las personas en quienes se encuentren dichos accidentes, solo verán los objetos muy cercanos. Esto es lo que se llama miopismo, defecto mas comun en el dia, casi natural en la infancia, y susceptible de corregirse con la edad; para precaver este vicio, se deben mirar objetos muy distantes, y evitar los muy pequeños; una vez confirmado, se enmienda por medio de lentes cóncavas, las cuales tienen la propiedad de retardar la reu-

(1) Las partes del ojo mismo nunca pueden pintarse en la retina; sin embargo Perit y Saynt-Yues han conocido hombres que vian distintamente su iris con sus colores y sus líneas propias.

(2) Boerhaave, *instit. med.*

nion de los rayos luminosos. La mejor es la que pertenece á una esfera cuyo diámetro sea igual al simple contorno del ojo, multiplicado por el contorno del ojo armado, y dividido todo por la diferencia de estas dos cantidades.

Los présbitas son aquellos que ven bien los objetos distantes, y los perciben confusamente á una distancia regular. Este defecto, ordinario en los viejos, supone que la reunion de los haces luminosos traspasa la retina, y se verifica mas allá del foco; por lo que este vicio es enteramente contrario al miopismo, y reconoce causas absolutamente opuestas. Se remedia con el uso de lentes convexas, las cuales hacen que se reúnan pronto los rayos de la luz; las mejores deben estar construidas con arreglo á las proporciones que hemos dicho hablando de las lentes cóncavas (1).

La luz y los colores son las únicas qualidades de los cuerpos que se refieren directamente á las sensaciones de la vista; pero tambien adquirimos por ellas todas las ideas que se asocian á las de los objetos luminosos y colorados. Se han exágerado mucho los errores á que nos expone este sentido en orden á la magnitud, extension, figura, situacion, movimiento y distancia de los objetos; y ha habido quien ha comparado el ojo á un espejo mágico que cambia y trastorna todos los objetos de la creacion. Un hombre reducido al uso de sus ojos, solamente se formaria, dicen, las ideas mas gigantescas y desproporcionadas; veria todo el universo en sí mismo; no distinguiria ni las magnitudes ni las desigualdades de las superficies, ni las distancias de los cuerpos sólidos (2): acaso veria los ob-

(1) Consult. Eulero sobre la perfeccion de las lentes objetivas de los anteojos. Mem. de la Acad. de las Cienc. de Berlin, 1747. Carta á una Princesa de Alemania. *Smith, Optiq.* tom. 2.

(2) Condillac, Tratado de las sensaciones. Diderot, Carta sobre los ciegos.

jetos al revés, acaso los veria duplicados; y si aprendemos á ver, y rectificamos los errores á que nos sujeta el órgano de la vista, es á costa de experiencia, de hábito, y con el uso repetido del sentido del tacto. Fundan estas razones en los exemplos de muchos ciegos de nacimiento, que habiendo logrado la facultad de ver mediante la operacion, todos tenian necesidad de aprender á conducir sus ojos, á dirigirlos, y á discernir los objetos como son en sí realmente, mas bien que como la vista sola parecia presentárselos al principio (1).

Sin embargo, no debe adoptarse sin restriccion el sentir de los metafísicos modernos que creen, que el sentido de la vista es insuficiente para dar ideas de distancia y de extension: porque la vision nos representa necesariamente muchos puntos colorados y visibles; afecta sucesivamente diversas porciones de la retina; mas sabemos que la idea de la extension resulta de la coexistencia de diferentes sensaciones, y el alma no puede ser modificada en muchas partes de sus órganos á un tiempo; sin concebir un espacio compuesto de piezas distintas ó intervalos intermedios para separarlas. De aquí nacen las nociones de extension y de distancia, que sin fundamento se pretenderán apropiár al tacto con exclusion de los demás sentidos.

No es ménos cierto que las ideas de magnitud y de distancia adquiridas por medio de la vista, estan sujetas á engañarnos por la facilidad con que se pueden mezclar unas con otras, como tambien por la de tomar el efecto de muchas causas que obran en la vision, por el que haria verdaderamente el volumen y las distancias. Así, nosotros juzgamos de la magnitud de un objeto por el ángulo comprehendido entre las líneas tiradas del mismo objeto al foco de la vision: la distancia se mide tambien por un ángulo semejante, y estas dos medidas son muy fáciles de confundir. Un cuerpo más grande, pero distante, re-

(1) Cheselden, *Transact. filosof.* n. 402.

presenta la misma imágen, forma el mismo ángulo, da la misma sensacion que otro mas pequeño, pero cercano. Por otra parte, las impresiones tan diferentes que el ojo experimenta relativamente á la forma de los objetos, á la intensidad de la luz, á la sensibilidad de la retina, á la direccion de los rayos visuales y á otras muchas causas, modifican las que producen en la vista las magnitudes ó las distancias, cuyo juicio por esto solo viene á ser falaz y defectuoso (1).

La vista es de ménos fuerza y ménos alcance en los niños; se aumenta con la edad; varía de un sexo á otro, y se halla repartida con diversidad en todas las divisiones del reyno animal. Baxo este aspecto deberian ponerse en la primera clase las aves, el hombre, el gimio, muchos cuadrúpedos, descendiendo despues por grados á los cuadrúpedos de inferior orden, á los reptiles, á los insectos y á los pescados.

### CAPITULO XIII.

*Del oido; estructura de este órgano en el hombre y en los animales; propiedades del sonido; accion de los cuerpos sonoros; fenómenos y mecanismo de esta funcion.*

Si por las prerogativas y placeres de la vista multiplica el hombre su ser, y engrandece su dominio, no dilata ménos su existencia, ni sujeta con ménos facilidad á su imperio las cosas remotas por las sensaciones y maravillas del oido. Este último sentido, tan cierto como el de la vista, instruyéndonos por medio de los sonidos que hieren nuestros oidos nos hace conocer, como aquel, los objetos distantes que nos importa buscar ó evitar. Pero además de esto nos permite comunicar con nuestros semejantes, perfeccionar nuestra inteligencia por un cambio

(1) Consult. Carta de Eulero, tom. 3.º á una Princesa de Alemania, &c.