

Gatoni, por los quales consta que el gallo apénas percibe el olor subidísimo del espíritu volátil de sal amoníaco; que el papagayo es sensible al de sus alimentos; los que el ánade evita y teme tanto los buenos como los malos olores (1).

CAPITULO X.

De la vista; estructura del ojo en el hombre y los animales; accion de la luz; analisis de los colores; fenómenos y mecanismo de la vision.

La vista no se limita á las sensaciones de las cosas que se aplican inmediatamente á ella: se extiende largamente por el espacio, recorre distancias inmensas, puede tocar los objetos remotos, acercarlos por intermedio de un fluido que la hace comunicar con ellos, y la pone en estado de percibir claramente su imagen. Este fluido es la luz, cuya accion y propiedades estudian y explican los físicos. Como se compone de partículas infinitamente pequeñas, padece en su trayecto algunas mutaciones que corroboran y aumentan su efecto sobre el órgano de la vista, en donde encuentra tambien una estructura relativa á su modo de obrar, y capaz de favorecerlo. Las membranas y humores que atraviesa tienen cada uno las formas, consistencia, disposicion y densidad que convienen mejor para realizar en el ojo la sensacion delicada de los objetos visibles.

Los ojos estan metidos en dos cavidades profundas, situadas en la parte inferior de la frente, y separadas una de otra por la raiz de la nariz: aquí pueden girar facilmente al abrigo de los cuerpos exteriores que pudieran ofenderlos; los rodean los huesos de la cara y cráneo, que les sirven de paredes sólidas, duras é incompresibles, y los protegen en lo interior; los pelos, los cartilagos y las membranas de las cejas, pálpabras y pes-

(1) Scarpa, *Anat. disquis. de audit. et. olfact.*

tañas los ocultan baxo un denso velo que los defiende en lo exterior. Por medio de todo este aparato resisten á los efectos del choque, á las injurias del ayre, y aun á las impresiones de una luz demasiado viva. Estan sostenidos por muchos músculos que los fixan ó sujetan al fondo de las orbitas, como igualmente por la expansion de un nervio que los une directamente á la masa del cerebro.

Las cejas, formadas de un conjunto de pelos echados unos sobre otros, situadas sobre una piel movable, dependientes de músculos que las mueven en todas direcciones, ocupan la parte superior de las orbitas. Las pálpabras, en número de dos, membranosas, delgadas, arrugadas, vasculares, húmedas y nerviosas en su cara interna, se juntan una con otra por medio de cartilagos y ligamentos; se levantan, se baxan y se vuelven por la accion de sus músculos; se extienden del uno al otro ángulo del ojo, reuniéndose de cada lado y quedando apartadas ácia el medio, donde sus bordes flotantes dexan una abertura que se ensancha, se disminuye y se cierra quando conviene. Debaxo del bordé anterior de ellas se ocultan unas glándulas pequeñas, que vierten un humor grasiento, suave, pegajoso; y por la parte anterior terminan una y otra en unos pelos muy finos, aplanados y cónicos, conocidos con el nombre de *pestañas*.

En los cuadrúpedos y en el hombre hay otra especie de pálpabra, ó membrana clignotante, que se reduce á una telilla tan pequeña, y tan fuertemente adherida al ángulo interno, que apénas goza de movilidad alguna, aunque en las aves sea bastante considerable para correrse sobre el globo del ojo, abrazarle y cubrirle en toda su extension. Acia el ángulo externo se dexa ver una glándula conglomerada, dura, dividida en muchos lóbulos, envuelta en gordura, provista de arterias, venas, nervios (1), vasos linfáticos, y con-

(1) Consúltense sobre las diferentes partes anexas al

ductos escretorios, por donde sale el humor de las lágrimas que baña y humedece las pápebras y los ojos. Esta es la *glándula lagrimal*, á que los antiguos llamaban *innominada*.

En el ángulo interno, un poco ántes de la conjuncion de las pápebras, hay un cuerpecillo roxizo, oblongo, cónico al exterior, formado por un pliegue membranoso, que se llama *carúncula lagrimal*. Tiene por oficio mantener apartadas las pápebras, y dirigir el movimiento de las lágrimas ácia las vías naturales. Por la parte anterior se ven dos aberturas estrechas, esculpidas sobre un tubérculo blanco, sólido, papilar, y sostenidas por un tejido esponjoso endurecido. Estas aberturas son los puntos lagrimales, de los quales cada uno va á parar á una especie de tubos ó conductos mas anchos que reciben de ellos sus nombres. Estos tubos se continúan con una cavidad oval, formada entre la apofisis ascendente del hueso maxilar superior y el unguis, apoyada contra las paredes huesosas de la nariz, y presentando á las lágrimas un saco que atraviesan para pasar y seguir su camino hasta el conducto nasal.

El ojo, ó el órgano de la vista, puede dividirse en dos partes distintas, aunque confundidas entre sí, que completan su estructura: una externa, ó por mejor decir, un aparato, un conjunto de partes puestas exterior y anteriormente á aquella en que reside el instrumento inmediato de la sensacion: otra interior, oculta y colocada detras de la primera, sumamente sensible, producida por la substancia nerviosa, y la única que puede ser afectada por la impresion de los objetos visibles. La primera constituye el globo del ojo, cuya estructura es con-

globo del ojo, á Caserio, Santorini, Stenon, Wislow, Cassebonh, Lecat, Lietaud, Hunter, Alex. Monro, Boerhaave, Haller; pero sobre todos á Morgagni, *Anat. Advers. 1. tab.* y al célebre Zinn, á quien la anatomia debe un tratado completo sobre la estructura del ojo. Zinn, *Descript. anat. ocul. human. icon. illustr.*

forme á las leyes que reglan la propagacion de la luz y sus diferentes refracciones. La segunda consiste en la retina que nada tiene de comun con estas leyes, así por su organizacion, como por sus movimientos.

La figura del globo del ojo representa una esfera imperfecta, ligeramente aplanada en sus caras anterior y lateral (1). Resulta de dos segmentos desiguales, pegados y reunidos, cuyo diámetro parece ser mas largo de delante atras, que de derecha á izquierda. Este globo, que se hunde en la cavidad de las orbitas, está compuesto de tres membranas, á saber, la esclerótica, la corioidea y la retina; y de otros tres humores, que son el cuerpo vitreo, el cristalino, y el humor aqueo. Así estos como aquellas son notables por sus diversos grados de consistencia y densidad, de que se sigue forzosamente tal ó tal efecto en los rayos luminosos á que dan paso.

Se da el nombre de esclerótica á una membrana dura, compacta, blanca, firme, mas densa en su parte superior, mas delgada, delicada y floxa en la anterior, la qual forma la tunica mas exterior del ojo. Esta membrana es redonda ó esférica, y está íntimamente unida por delante á otra membrana trasparente y compuesta de lanas ú hojas concéntricas, que con el nombre de *cornea* parece confundirse con ella. Los anatómicos antiguos creian que era una produccion de la duramater, nacida de la porcion que viste al nervio óptico hasta su entrada en la orbita (2). Muchos de los modernos han adoptado esta opinion, añadiendo que la segunda membrana, ó la corioidea, era producida por la piamater (3).

(1) Zinn, *Descript. anat. ocul. human.* Goet, 1753, 4.º Morgagni, *Advers. anat.*

(2) Galeno, *de us. part.* lib. 10. cap. 2.

(3) Morgagni, *Advers. anat.* Lecat. *histor. de la Acad.* año de 1739. *Trat. de los sent.* Meri, *Mem. de la Acad. de las Cienc.* año de 1712.

Un exámen mas atento hizo presumir al principio, que esta túnica, mas densa que ninguna otra membrana, casi ternillosa en las aves y peces, debia tener una existencia particular. Pero Zinn acabó de demostrar que la túnica exterior del nervio óptico se replega ántes de tocar al globo del ojo, y señala por la reunion de sus fibras sólidas una línea de demarcacion entre la esclerótica y aquel nervio.

Es difícil decidir, si la esclerótica y la cornea son dos membranas distintas, fixar con exáctitud el punto donde finaliza la una y donde comienza la otra, y asignar á cada una límites ciertos y determinados. Pero hay motivo para creer que la segunda es una prolongacion de las fibras de la primera, aunque se diferencie de ella por su tenuidad, su transparencia y su estructura: porque la cornea no solo tiene mas diámetro y convexidad, sino que se resuelve mas fácilmente y mas pronto en hojas ó láminas concéntricas, gruesas ácia la circunferencia, delgadas ácia el centro, y enlazadas por filamentos celulares que estan bañados continuamente en un humor diáfano.

La coroidea, aplicada á la cara interna de la esclerótica que la abraza en su cavidad, resulta de un conjunto de vasos arteriales y venosos, distribuidos entre un tejido celular que se adhiere por una de sus caras á la esclerótica, y por la otra á la retina. Ruisquio la dividia en dos láminas, sensiblemente distintas por su diferente color (1). Pero Albino, Zinn y Haller (2) no habiendo podido percibir esta division ni manifestarla, separando las dos láminas supuestas, aseguran que no puede existir. Es verdad que el color roxo que se nota en su cara externa, se vuelve negro en la interna; pero esto depende únicamente de que la última esta cubierta de una especie de barniz negruzco que la tiñe en toda

(1) Ruisquio, *Epist. anat.* 13.

(2) Albino, *Anot. acad.* Zinn, *Descript. ocul. hum.* Haller, *Elem. fisiol.* t. 5.

su extension. No es, como se piensa, una produccion de la *piamater* del cerebro; y aunque esta membrana al llegar al globo del ojo con el nervio óptico que acompaña, se recoge sobre su cavidad, es para fortificar la lámina interna de la esclerótica mas bien que para formar la coroidea, como claramente lo ha expuesto Zinn (1).

Las fibras de la coroidea á una línea de la cornea degeneran en una celulosidad esponjosa que representa un anillo blanquecino, por medio del qual se une dicha membrana con la esclerótica; y á este anillo se le da el nombre de *círculo ó ligamento ciliar*. Despues vienen el anillo mucoso negro, semejante al disco de una flor radiada, y el cuerpo ó proceso ciliar, formado por una serie de arrugas, divididas en líneas alternativamente largas y cortas, que son otros tantos dobleces de la coroidea. Estas dos partes se dirigen ácia la cara anterior del cuerpo vitreo, del qual parecen estar separadas por una membrana situada entre este cuerpo y la circunferencia del cristalino. Sus funciones no se refieren á executar los movimientos que mantienen á este último en su situacion natural, como tantos fisiólogos lo han pensado (2). Uno de los usos mas verosímiles del proceso ciliar, y principalmente del anillo mucoso, es absorber en el color negro de que este está teñido, los rayos luminosos que caen muy obliquos en la pupila, y no pueden ser reunidos ó concentrados en el foco comun.

Detras de la cornea hay un círculo membranoso tinturado de diversos colores, perforado con una abertura redonda en su parte media, guarnecido de fibras radiales y tortuosas, que es lo que llaman *iris*. La abertura que lo perfora tiene el nombre de *pupila*. El iris se

(1) Zinn, *op. cit.* Lecat, *Hist. de la Acad.* 1739. *Idem*, *Tratado de los sentidos*. Los anatómicos que han creído con Ruisquio que la coroidea estaba compuesta de dos láminas, hacian venir una de ellas de la *piamater*.

(2) Boerhaave, Haller, Morgagni, &c. *quod* y *quod* la

compone de fibras, vasos, nervios y tejido celular, cuya mezcla forma una suerte de red admirable por la variedad de colores que presenta. Es mas ancha del lado de las sienas, y más estrecha ácia la nariz. Se divide en dos anillos, uno interno y otro externo, cuya separacion está señalada por un arco circular que resulta de un conjunto de fibras apretadas y entretexidas. De todos los puntos de este arco salen otras fibras que van en forma de rayos al centro de la pupila. El plano posterior del iris, prolongado en la dirección del cristalino, toma el nombre de *uvea*, y merece grande atencion en este lugar por la tez negruzca que ofrece, y por sus estrias radiales. Ruisquio y Winslow admitieron en el iris fibras orbiculares, y de su movimiento deduxeron las contracciones de la pupila (1); pero Morgagni, Haller y Zinn nunca pudieron observarlas (2), y se atribuye á Ruisquio el haber tomado por fibras orbiculares el círculo que divide el cuerpo del iris en dos anillos (3).

No nos detendremos en controvertir la cuestión simplemente anatómica, sobre si la estructura del iris es muscular ó vascular, y si las fibras que se descubren en ella son ó no carnosas: porque qualquiera que fuese el partido que hubiéramos de abrazar, ni añadiría ni mudaría cosa alguna á nuestro modo de pensar en orden á las funciones de este órgano, y á la relacion que tienen con los movimientos de contraccion y dilatacion á que obedece la pupila para acortarse ó ensancharse. Es un hecho constante que el diámetro de esta abertura se proporciona á la intensidad de las impresiones producidas por los cuerpos luminosos, aumentándose si la luz que debe pasar por ella es viva, y disminuyéndose si es débil; de suer-

(1) Ruisquio, *Epist. anat.* Winslow, *Exposit. anat.* Demours, *Mem. de los Doct. exte.* 1712.

(2) Morgagni, *Advers. anat.* Haller, *elem. fisiol.* t. 5. Zinn, *Descript. ocul. human.*

(3) Nada decimos de la membrana pupilar que existe en el feto, y desaparece con la edad.

te que la pupila alternativamente dilatada ó contraída, cede ó resiste á los diversos grados de luz convenientes á la claridad de la vision. Estas mutaciones corresponden en sentido inverso á las que experimenta el iris; porque esta se relaxa siempre que se contrae y acorta la pupila, y se encoge, quando se ensancha y se dilata.

La tercera membrana del ojo, llamada retina, ocupa la cara interna de la coroides sin estar adherida á ella, y se extiende hasta el humor vitreo sin tener con él mas dependencia que por la arteria central. De aquí se adelanta y se une al proceso ciliar. Su consistencia blanda y pulposa imita la de la parte medular de los nervios; su color blanco se altera algun tanto por la distribucion serpentina de los vasos que corren por su cara interna, y que mezclados con la substancia medular de su cara externa, parecen dividir esta membrana simple en dos láminas distintas, una nerviosa y otra vascular. Pero es imposible separarlas ni aun por medio de la maceracion, la qual solo desprende un poco de su mucosidad.

Luego que el nervio óptico penetra la esclerótica, se estrecha y pasa, despojado ya de sus túnicas, á través de una lámina delgada, trasparente, orbicular, perforada con muchos agujeros, por donde se desparrama y extiende su substancia medular. Esta expansion pulposa constituye la retina, la qual por su naturaleza nerviosa, y por su exquisita sensibilidad, representa el principal papel en las funciones de la vista. Examinándola con el microscopio pudo observar Fontana la estructura íntima de esta membrana; y segun su examen consta, que ofrece fibras radiales, cubiertas de una pulpa medular, nebulosa, trasparente, que parece ser un conjunto de corpúsculos esferoideos unidos entre sí y como ligados por filamentos muy sutiles (1).

De los tres humores contenidos en la cavidad interior del ojo y envueltos en estas túnicas, el primero es

(1) Fontana, sobre el veneno de la víbora, t. 2, p. 216.

una masa gelatinosa, esférica, transparente, situada entre la insercion del nervio óptico y el cristalino, dividida en celdillas, mas pesada que el agua, no coagulable por el calor, y susceptible de endurecerse por la congelacion. Este cuerpo se llama *humor vitreo*, y la membrana que tiene propia, conocida entre los antiguos con el título de *hyaloidea*, ha obtenido desde Riolano el nombre de membrana vitrea (1).

El segundo humor es un cuerpo lenticular, de mediana consistencia, con la transparencia del cristal, mas convexo por la parte de atras, situado en la direccion de la pupila entre el iris y el humor vitreo, formado de capas concéntricas y sobrepuestas, que muda de densidad y de color con la edad, dotado de vasos sanguíneos, y contenido en una capsula membranosa, elástica, densa, donde está colocado libremente. Este humor concreto y endurecido es *el cristalino*, cuya capsula, llena siempre de un fluido derramado entre sus paredes, no puede sin alteracion contraer adherencias con él.

El tercero es un humor acuoso, claro, transparente, movible, inconcrecible, y ocupa el espacio comprendido entre la córnea y el cristalino. La propiedad que tiene de permanecer siempre líquido, y no coagularse ni por el calor, ni por los ácidos, ni por el espíritu de vino, juntamente con la de volatilizarse al fuego, le ha merecido el nombre de humor *aqueo*, el qual se disipa ó evapora fácilmente, y se regenera ó se repone del mismo modo. Así como el cristalino y el humor vitreo tiene este una capsula membranosa que lo contiene. Todo el espacio que llena, está dividido en dos cavidades ó cámaras, cuyas dimensiones respectivas valuadas sirven sobre poco mas ó menos de medida á la cantidad de humor acuoso que está depositada en ellas. De estas dos cámaras una es anterior, y llega desde la córnea hasta el iris; la otra es posterior, y

(1) Falopio, *op. anat.* Petit, Mem. de la Acad. de las Ciénc. año de 1728.

tiene sus límites entre la uvea, el cristalino y el cuerpo ciliar. No son iguales en extension ni capacidad; y aunque en todos los cálculos se ha supurado diversamente su relacion matemática, se ha hallado siempre que la cámara anterior era mas grande á proporcion que la posterior (1).

Tal es el orden segun el qual parecen estar dispuestos los tres humores del ojo relativamente á las fuerzas de refraccion que exercen sobre la luz, tanto por su figura como por su densidad. Siendo el mas denso el cristalino, se sigue que los rayos luminosos deben quebrarse en él, uniéndose mucho mas que en el vitreo, que tiene menos consistencia, y en este mas que en el aqueo, que es todavia mas ligero.

El globo del ojo está suspendido del fondo de la orbita por seis músculos que le suben, le baxan, le llevan ácia adentro, ácia afuera, le hacen girar, volver, y executar todos sus movimientos. Estos músculos son los dos obliquos, grande y pequeño, y los quatro rectos, superior, inferior, interno y externo (2). La arteria oftálmica, producida por la carótida interna, se distribuye por todas las partes de este órgano; y de ella nacen sucesivamente las arterias lagrimales, ciliares, centrales de la retina, supraorbitarias, musculares, etmoidales, palpebrales, nasales, frontales y cutáneas, las quales van acompañadas en su trayecto de venas menos conocidas, y de vasos linfáticos poco aparentes. Recibe muchos pares de nervios que dan ramos tanto á sus músculos como al mismo globo: el tercero, cuarto y sexto par, y la rama oftálmica del quinto, se dividen entre las partes musculares, membranosas, vasculares y glandulosas que pertenecen ó son anexas al ojo. Los nervios

(1) Petit, Mem. de la Acad. de las Ciénc. año de 1728.

(2) En mi sistema metódico he dado á estos músculos los nombres de *óptico-troclei esclerótico*, *maxillo-esclerótico*, *supra-órbito esclerótico*, *sub-óptico esclerótico*, *orbito-intus esclerótico*, *orbito-extus esclerótico*.

ópticos del segundo par son los únicos que recogen verdaderamente las impresiones, y constituyen, propiamente hablando, toda la parte sensible del órgano. Estos nervios á su salida del cráneo se cruzan y representan dos ángulos opuestos al vértice, cuyas ramas anteriores penetran en la órbita, apartándose al entrar una de otra para encaminarse de uno y otro lado ácia los ojos.

Se ha disputado mucho acerca de la union de los nervios ópticos, y desde Galeno han sostenido los anatómicos, ya que se cruzan yendo de derecha á izquierda (1), ya que quedan separados continuando su camino cada uno de su lado (2). Todo el mundo conoce las observaciones que prestan á estas dos opiniones contradictorias cierto ayre de autoridad; y por lo que hace á mí estoy muy léjos de admitir con semejantes pruebas el que se crucen verdaderamente, supuesto que la mezcla de su substancia y la comunicacion de sus fibras dan razon de los hechos singulares, para los quales se habia imaginado que debian mudar de direccion, y pasarse al lado opuesto á aquel en que estaban ántes de su contacto. Por lo demas, se sabe que no llegan en línea recta al globo del ojo, y que despues de haberse apartado un poco, se insertan, no en el centro ni en el medio de su diámetro, sino á menos distancia del ángulo interno que del externo; por eso el exe del nervio no corresponde al exe del ojo ó de la vision, y la parte del bulbo que está fuera, excede mucho en extension y latitud á la que está dentro.

Los ojos son unos órganos muy constantes y bastante comunes. La mayor parte de los animales privados de los otros sentidos gozan del de la vista. Vemos que

(1) Willis, *de Anim. brut.* Petit, Mem. de la Acad. de las Cienc. año de 1736.

(2) Galeno, Vesalio, Cesalpino, Santorini, Bertrandi, Boerhaave.

existe en los peces, los testáceos, los insectos y gusanos. Los animales microscópicos y los zoofitos mismos tienen unos cuerpecillos que parecen equivaler á dichos órganos; sin embargo hay muchas especies de gusanos que carecen enteramente de ellos. Su número, posición, forma y estructura varían en las diferentes clases de animales; así en el hombre, los cuadrúpedos, las aves, los peces y muchos insectos se cuentan dos solamente, situados uno al lado de otro; en los testáceos y otros insectos son mas numerosos, ofreciendo dos, tres, quatro, cinco, seis, siete y ocho pares (1); ciertas especies de moscas, de langostas y de hormigas los tienen por mitad grandes y pequeños, ocupando en los unos la parte anterior de la cabeza, y en los otros el vértice.

La magnitud de los ojos comparada á la del cuerpo, está casi en razon inversa en la mayor parte de los animales: la ballena, el rinoceronte, el elefante, los tienen pequeños y hundidos, quando en los insectos y los páxaros son grandes y prominentes (2).

La forma esférica del globo del ojo es mas perfecta en aquellos cuadrúpedos que manifiestan tener mas instinto que otros; la pupila es tambien mas redonda, y por lo mismo puede recibir de todos los puntos del globo una multitud considerable de rayos luminosos. En los mas estúpidos de ellos siendo aplanado el ojo y oblonga la pupila, solo debe admitir los rayos que vienen de frente, ó los que caen un poco ácia los lados, como vemos, por exemplo, en el buey, el carnero y la cabra. La convexidad del globo es mas notable y fuerte en el topo, la liebre y el conejo; parece mucho mas comprimido anteriormente en las aves y los peces, y aun un poco posteriormente en estos últimos (3).

(1) Hill, Swammerdam, Adansson, Reaumur, Lionnet, &c.

(2) Aristóteles, Aldrovando, Harveo, Malpigio, Peiresc, &c.

(3) Willis, Petit, Ray, Bertrandi, Zinn, Brisson, &c.

En los animales nocturnos, la abertura de la pupila hendida verticalmente y atravesada por las pálpabras, está en estado de cerrarse exáctamente, y no dar entrada al reflexo de una luz muy viva; así como de ensancharse tanto, que aun los rayos luminosos mas endebles penetren en ella durante la noche (1).

Son protuberantes los ojos y estan como rasgados ácia los dos lados de la cabeza en las especies tímidas y fugitivas, como las liebres y conejos, que á favor de esta situacion pueden ver al rededor de ellos los objetos de sus temores, y huir con mas presteza de todo lo que los amedrenta, ó los amenaza. Al contrario, estan puestos de frente en sus enemigos naturales, tales como los perros acostumbrados á darles caza, y generalmente en los cuadrúpedos carnívoros, obligados á perseguir continuamente la presa de que se alimentan. Su posicion en la mayor parte de los pájaros los pone en estado de alcanzar con la vista toda la esfera de las cosas que los rodean. Su número, colocacion y transparencia suplen en las arañas el defecto de los movimientos de la cabeza, y facilitan la accion de la vista que estos insectos tienen precision de extender á todos lados (2). Finalmente hay animales que tienen la facultad de sacar sus ojos á alguna distancia de la cabeza, como el caracol, y de retirarlos ácia dentro como este testaceo, y aun, segun algunos naturalistas, como el topo, cuyos pequeños ojos, muy distantes del cerebro, pueden retrogradar mas ó menos,

(1) Linceo, *Sistem. animal.* Bufon, *Histor. general y particular.*

(2) Powers, *Microscop. observ.* pag. 11. "Los ojos del camaleon son como unas lentes ó vidrios convexos, engastados en cavidades redondas y movibles. Puede volverlos ácia atras y de todas partes, sin hacer el menor movimiento con la cabeza; y ordinariamente vuelve el uno de un lado, y el otro del lado opuesto." Goddard, *Transact. filosof.* n. 137. Derham, *Theol. fis.* pag. 129.

segun que el animal tiene necesidad de servirse de ellos ó de defenderlos (1).

Los nervios ópticos se acercan, se tocan, se unen del mismo modo en los cuadrúpedos que en el hombre. Esta union es ménos estrecha en los peces planos, lo que no impide que en muchos de ellos se crucen sin confundirse (2). En las aves nacen de dos cuerpos medulares cóncavos, y ántes de su division fuera del cráneo, parecen no formar mas que un solo y único nervio. Son espirales en algunas especies de testaceos y gusanos, cuyos ojos movibles en todos sentidos ejecutan movimientos continuos y variados.

La situacion del nervio óptico es tan diferente en la inmensa clase de los animales, como su curso, su forma y su estructura. Así se ve que se inxiere con ménos obliquidad, y corresponde mas directamente al centro de la pupila en el hombre, el ximio, el caballo, el perro y otras especies nobles capaces de cierto grado de educacion, resultando que los rayos luminosos dirigidos ácia el punto central del ojo y de la pupila, caigan en ellos con mas exáctitud sobre la insercion de dicho nervio; pero se desvia é inclina mas en el buey, el ternero, la oveja, la cabra, las aves y los peces; en los quales perfora lateralmente uno de los emisferios del globo. Esta es la razon por qué los primeros abrazan con la vista una gran multitud de objetos, y son afectados por ellos de un modo tan claro como preciso; porque el nervio óptico puede directamente recibir y transmitir el completo de las imágenes trazadas en la retina, quando está situado en el centro del globo; pero pierde una porcion tanto mas considerable

(1) Powers, *Observ. microscop.* Lister, *Exercit. anat. coch. et limac.* Véanse sobre los ojos del topo, Aristóteles, Plinio, Borichius, Schneidero, Blasio, *anat. animal.* Derham, *Theol. fis.*

(2) Swammerdam, *Bibl. nat. Monro, Anat. comp.*

quanto más se aparta del medio, y mas sensiblemente se inclina ácia alguno de los lados (1).

El ojo de los cuadrúpedos, aves, peces y reptiles, considerado en las menores circunstancias de su estructura, ofrece caracteres diferenciales que se toman de la córnea trasparente, de su forma, de su convexidad y diversas corvaduras; de la esclerótica, de su extension, de su consistencia; de la coroidea, de su color blanco, encarnado, verde, amarillo, de las fibras de que está guarnecida y de los movimientos que executa en los pescados y los páxaros; del *pecten* de estos últimos, análogo al cuerpo ciliar y destinado á sostener el cristalino; de la retina; de los tres humores; de sus proporciones, de su cantidad, &c. Todas estas diferencias en la estructura son proporcionadas y apropiadas á la naturaleza de los medios en que los animales existen, á fin de que los órganos de la vista se acomoden á las convergencias y divergencias de la luz, ya en el ayre, ya en el agua (2).

La luz es el instrumento ó medio por el qual se hacen visibles los objetos exteriores, y el único que tiene la facultad de afectar el sentido de la vista. No inquiriremos aquí, qual es la esencia ó naturaleza de esta admirable materia; si es distinta del elemento del fuego, ó si es solo un mismo y único principio con él; si dimana directamente del sol, ó si este astro con su influencia no hace mas que vibrarla y ponerla en accion, estando ya esparcida y difundida en el universo. Dexamos á los físicos todas estas questões que nada ha-

(1) Willis, *de Anim. brut.* pag. 122. Briggs, *Ophthalm.* cap. 7. part. 6.

(2) Duhamel habla de la conformidad singular que se halla entre el ojo de los pescados y el del cuervo marino, en el qual el cristalino es redondo y globuloso como en los primeros; lo que les da la facultad de ver y perseguir su presa debaxo de las aguas. Mem. de la Acad. de las Cienc. Willughbi, *Ornitholog.*

cen para nuestro objeto, limitándonos nosotros á la exposicion sucinta de las propiedades y leyes de la luz, en quanto tienen una relacion necesaria con los fenómenos de la vision.

En primer lugar nadie disputa ya, ni aun en las escuelas, que la luz es una substancia material de suma tenuidad; que sigue las leyes del movimiento de los cuerpos; que puede ser mas ó ménos rara, mas ó ménos densa ó concentrada; que penetra y traspasa los cuerpos sólidos, y que se repercute en su superficie, formando los ángulos de reflexion iguales á los de incidencia (1): se conoce su rapidez, su propagacion en línea recta, sus mutaciones de direccion quando de un medio pasa á otro, y la divergencia de sus rayos al rededor del punto luminoso ó iluminado que los envia. Examinemos mas de cerca estas dos últimas leyes, pues que en ellas está fundado todo el mecanismo de la vision.

Los cuerpos luminosos, ó que son tales por la propiedad que tienen de recibir y reflexar la luz, la distribuyen siempre por rayos ó líneas divergentes. Cada uno de sus puntos, en quanto es capaz de despedir ó de reflexar la luz, puede ser considerado como un centro, de donde salen innumerables rayos que se dispersan en todas direcciones, y se mueven con una intensidad, decrescente en toda la extension de su esfera. Estos rayos que vienen del centro á la periferia se apartan unos de otros, y se apartan tanto mas, quanto mas distantes están del punto de su origen, ó de reflexion. De aquí es que los que llegan al globo del ojo representan un cono, cuya punta ó ápice está apoyada en el objeto visible, y la base sobre la córnea. Su fuerza se disminuye á medida que se hacen mas divergentes, y esta pérdida es en general proporcionada á la

(1) Muschembroeck, *op. fis.* Newton, *optik.* Boile, *de color.* Mariotte, *trat. de los col.*

distancia de su foco ó de su centro. Los físicos han calculado que la intensidad de la luz está en razón inversa del cuadrado de las distancias, es decir, que se disminuye y decrece al propagarse, como la distancia del punto central ó del objeto luminoso, multiplicada por sí misma.

Hay cuerpos que por un efecto de su densidad y de su figura aumentan la divergencia de los rayos de luz; otros que los juntan, los reúnen y los obligan á convergerse mutuamente. Cada uno de sus rayos corre en línea recta, quando pasa por un espacio ó medio de igual densidad; pero se tuerce y muda de dirección quando atraviesa espacios ó medios de densidad diferente. Entónces se quiebra, se dobla y se inclina, acercándose á la perpendicular, si dexa un medio mas raro por otro mas denso, y apartándose de ella, si de un medio mas denso pasa á otro mas raro. Pero ya sea que se acerque, ya que se aparte de la perpendicular, el ángulo de refracción producido por esta mutación, está siempre en igual relación con el ángulo de incidencia formado por su primera dirección.

La luz, á pesar de su sutileza indefinida, no es un fluido homogéneo, uniforme y simple; un rayo solo, tal como llega al ojo, descompuesto por los ingeniosos procedimientos de Newton, se resuelve en siete rayos diferentes; á saber, el roxo, el anaranjado, el amarillo, el verde, el azul, el indigo, y el violado. El color propio de cada uno de estos rayos primitivos se manifiesta quando está separado de los demás (1); reunidos todos en un mismo hacesillo, determinan el blanco que resulta de su mezcla; absorbidos y como destruidos á un tiempo, dan el negro que proviene de su defecto; pero combinados en diferentes proporciones, producen todos los matices, todas las variedades de colores que se admiran. En la superficie

(1) Newton, *optiks of the reflection*, &c. pag. 16.

de los cuerpos se descomponen, se dividen, se reflexan ó disipan separadamente, para imprimir á cada uno el color que le distingue. Los objetos no aparecen con sus colores respectivos sino en virtud de la facultad que tienen de rechazar ó reflexar tales ó tales rayos de luz mas bien que otros, y absorber ó aniquilar aquellos que no pueden devolver. Los efectos de los rayos luminosos en la vista y los colores cuya sensación excitan, no se diferencian mas que en ser diversamente absorbidos ó reflexados.

La refrangibilidad de los rayos es tan varia como los colores; cada uno goza de un grado de fuerza que le es particular, de suerte que éste obedece fácilmente á las mismas causas de refracción que serian nulas para aquel: el encarnado, por exemplo, es el que resiste mas á los medios por donde pasa; y el violado el que parece ceder mejor á su acción (1). Segun esto, un hacesillo de luz pasando por un mismo medio, se descompone en muchos rayos que se quiebran y se desvian proporcionalmente á su fuerza de refrangibilidad. Esta descomposición se impide quando el hacesillo atraviesa diferentes medios, que obrando con fuerzas de refracción desiguales, se acomodan á los diversos grados de refrangibilidad de los rayos. Esto es lo que sucede en el ojo, en donde la luz encuentra membranas y humores cuya densidad y fuerzas de refracción varian considerablemente. Algunos físicos modernos han emprendido reducir el número de rayos primitivos, contando solamente tres que corresponden á las tres substancias diferentes que se ven reunidas en la organización del ojo.

La figura de las superficies á que se aplica la luz, muda el modo y las leyes de su refracción. En una superficie convexa cae mas obliquamente, y cada rayo viene á quedar á una distancia mas grande de la perpendicular. Pero como el ángulo de refracción es siem-

(1) Newton, *optiks of the reflection*, &c. pag. 16.

pre igual al de incidencia, se sigue que cada rayo de los que se quiebran, debe tambien acercarse á la perpendicular con tanta mas fuerza, quanto mas distante estaba en su caída: luego todos los rayos se acercan mutuamente al salir de una superficie convexa para ir á reunirse á un punto comun, el qual viene á hallarse tanto mas cerca del centro de la convexidad, quanto mas poderosa es la fuerza de refraccion. Las superficies concavas exercen una accion inversa, en los rayos luminosos, apartándolos del centro, y desviándolos mas del exe para retardar el punto ó foco de su reunion (1).

Al presente es fácil conocer que la estructura del ojo se acomoda muy bien á las propiedades y leyes de la luz. El principal objeto de esta estructura debia ser el de juntar y concentrar los rayos luminosos, haciéndolos lo mas convergentes que fuese posible, á fin de que vinieran á coincidir en la retina. Siendo mayor la densidad de las membranas y diferentes humores que componen el órgano de la vista que la del ayre, claro está que los rayos de luz pasando de este último al ojo, se quiebran en él, padecen varias refracciones que los acercan á la perpendicular, haciéndolos convergentes, y dirigiéndolos todos ácia un punto comun. La forma esférica del globo contribuye poderosamente á facilitar esta convergencia, y efectuar esta concentracion: porque, segun el principio que queda establecido, en una superficie convexa los rayos que estan mas distantes de la parte central, caen baxo un ángulo mas abierto; y como el ángulo de refraccion es proporcional al de incidencia, deben experimentar una refraccion mas fuerte, y tocar con mas prontitud el punto de reunion.

Los rayos de luz directos ó reflexos que salen de un cuerpo visible y llegan al globo del ojo, constituyen un cono, cuya punta mira ácia el objeto, y cuya

(1) Huigens, *Diopt.* Euler, Mem. de la Acad. de Berlia.

base está apoyada sobre la córnea; los que tocan en la parte anterior de la esclerótica se reflexan al exterior, y no penetrando en el ojo, no son de ninguna utilidad en la vision.

Lo mismo se observa respecto de aquellos que llegan á la córnea en direccion obliqua, y forman un ángulo demasiadamente abierto, porque esta los despiden entónces sin darles paso. Pero todos los rayos que caen baxo un ángulo menor de quarenta y ocho grados, penetran entre el tejido de dicha membrana, y sufren en ella la primera refraccion. Y como este es un medio mas denso que el ayre que acaban de dexar, es claro que la refraccion que reciben allí los acerca á la perpendicular, debiendo ademas de esto encaminarlos ácia el exe de la córnea, que por razon de su figura esférica los obliga á acumularse ó concentrarse en aquel punto como en su foco.

De la córnea pasan al humor aqueo, donde encuentran un poco ménos de densidad. De aquí nace otra refraccion que léjos de atraerlos mas ácia la perpendicular, los desvia ligeramente de ella, apartándolos bastante para disminuir en parte la tendencia que tenian á convergerse. De donde se sigue que los haces de luz reunidos por la córnea, recogidos en menor espacio, y divididos por el humor aqueo, se abocan á introducirse en la abertura de la pupila. Los rayos mal dirigidos, ó redundantes, son reflexados ó absorvidos al pasar por el proceso ciliar, el anillo negro, el iris, la uvea, el cristalino, y de consiguiente la pupila solo admite aquellos que estan mas arrimados á la perpendicular, es decir, al exe de la vision.

Despues de haber atravesado el humor aqueo y la pupila entran los rayos luminosos en el cristalino, el qual á causa de su mayor densidad los concentra de nuevo, haciéndolos sufrir la tercera refraccion: resultando que en este medio mas denso que el ayre, que la