

sición de herir un nervio, sus repetidos golpeitos acabarían por excitar el nervio.

Supongamos un juego de tonos, correspondientes uno á cada nota y á cada fracción discernible de nota de la escala, y que cada uno de ellos estuviese en comunicacion con una fibra especial del nervio del caracol; en este caso, cualquiera vibracion comunicada al perilinfá, afectaría al tono correspondiente, mientras que los demás permanecerían insensibles á ella. O, lo que es lo mismo, la vibracion produciría la sensacion de un tono particular y no de los demás, y cada intervalo musical sería representado en el sensorio por una impresion distinta.

Es de inferir que las fibras de Corti tienen por oficio ejercer las funciones de estos tonos que se han puesto por modelo; es decir que probablemente cada una de ellas se pondrá en vibracion con toda su fuerza en virtud del impulso de ciertas ondas que recorren el perilinfá, y no de otras; y que cada una afectará también solamente una fibra particular del nervio del caracol.

Las fibras de este nervio pueden ser excitadas también por causas internas, como variaciones en la presión de la sangre y otras semejantes. En algunas personas llega á ser tal esta influencia, que da lugar á verdaderos espectros musicales, á veces de carácter muy intenso. Pero en cuanto á la apreciación de la música que se produce fuera de nosotros, estamos atentos á la intervencion de la escala media y de las fibras de Corti.

264. Funciones de los Músculos Timpánicos y de la Trompa de Eustaquio.—Ya queda explicado que los músculos *estapedio* y *tensor del tímpano* tienen por oficio estirar la membrana de la ventana oval y la del tímpano, y es probable que estos músculos se pongan en acción cuando los impulsos sonoros sean demasiado violentos y pudieran producir vibraciones excesivamente fuertes en aquellas membranas. Su tendencia es, pues, á moderar el efecto de los sonidos muy intensos, de la misma manera que, como vere-

mos pronto, las contracciones de la fibra circular del iris, tienden á moderar los efectos de la luz demasiado intensa en el ojo.

La función de la trompa de Eustaquio parece ser conservar el aire en el tímpano, ó sea en la parte de adentro de la membrana timpánica, con un grado de tensión próximamente igual á la del aire que se halla en la parte exterior, lo que no podría suceder siempre, si la cavidad del tímpano estuviese perfectamente cerrada.

CAPÍTULO X.

ÓRGANO DE LA VISTA.

SECCION I.—*Estructura y Acción de la Retina.*

265. Estructura General del Ojo.—Al emprender el estudio del órgano de la vista, ó el ojo, lo primero que se necesita conocer es la dilatación sensoria en que termina el nervio óptico y sus propiedades; en segundo lugar, el agente físico de la sensacion, y por último el aparato por cuyo intermedio llega el agente físico á producir la expansion nerviosa.

El globo del ojo es, como su nombre lo indica, un cuerpo globular alojado y que se mueve libremente dentro de una cavidad abierta en el cráneo, que se llama *órbita*. El nervio óptico, cuya raíz está en el cerebro, sale del cráneo por un agujero que hay detras de la órbita y penetra en el globo por su parte posterior, pero no en el medio, sino en el lado de adentro ó de la nariz. Desde allí se dilata por la superficie interior de la pared del globo, formando una película tan delgada, que cuando más tiene $\frac{1}{80}$ de pulgada de espesor y llega á veces á menos de la mitad: esta se llama la *retina*.

Esta retina es la única terminación del nervio óptico que los agentes físicos pueden afectar para producir el fenómeno de la visión.

266. Superficie de la Retina.—Si se divide en dos el globo del ojo, cortándolo trasversalmente, de modo que queden separadas sus mitades anterior y posterior, se observará en esta que la retina se halla revistiendo su pared cóncava en forma de membrana delicadísima y, en su mayor parte, de textura uniforme y superficie lisa. Pero en la parte exactamente opuesta al medio de la pared posterior, presenta una ligera depresión circular de color amarillento, que se llama la mancha amarilla (*macula lutea*); y á cierta distancia de esta, hácia el lado interior, ó nasal, del globo, toma una apariencia radiada por efecto de la entrada del nervio óptico y de la distribución de sus fibras por la superficie de la retina.

267. Estructura Microscópica de la Retina.—La Fig. 83 representa una sección vertical de la retina, causada en cualquiera de sus regiones, á excepcion de la mancha amarilla y de la entrada del nervio óptico. En su lado interior *a* está terminada por una membrana inconsistente (*membrana-límite*) que la separa del *humor vítreo*, sustancia que mas adelante conoceremos. Por su parte exterior se compone de una multitud de cuerpecillos de forma de varilla unos y otros cónicos, colocados unos al lado de otros en posición perpendicular al plano de la retina. Esta es la capa ó estrato de *varillas* y *conos*, que ocupa próximamente la cuarta parte del espesor total. Desde los extremos interiores de estas varillas y conos salen unas delgadas *fibras radiales*, que se ramifican despues hasta terminar en la membrana-límite. Entre esta y la capa de varillas y conos, con interposicion de las fibras radiales, están los estratos granulosos *d*, *e*; en *b* hay otra capa de corpúsculos ganglionares con protuberancias ramificadas. Importa, sin embargo, mas que saber todo esto, tener presentes dos hechos: 1º que las fibras del nervio óptico se extienden por entre la

membrana-límite *a* y los corpúsculos ganglionares *b*; 2º que los vasos que acompañan á su entrada al nervio óptico, se ramifican entre la membrana-límite y el estrato *c*. Resulta, pues, que no solo las fibras nerviosas, sino tambien los vasos, están colocados en su totalidad enfrente de las varillas y conos.

En el punto por donde entra el nervio óptico en el globo, predominan las fibras nerviosas y no existen varillas ni

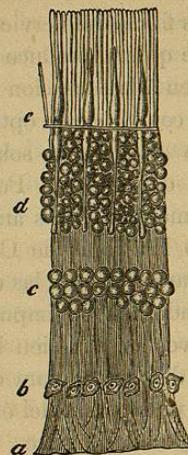


Fig. 80.

Sección vertical de la retina—*a*, membrana límite, que se halla en inmediato contacto con el humor vítreo; *b*, capa de corpúsculos ganglionares; entre estos circulan las fibras del nervio óptico, que están cortadas trasversalmente por el plano de esta sección; *c*, capa interior de granulos; *d*, capa exterior de granulos, separada de la anterior por la capa intergranular. El espacio entre *b* y *c* es la capa fino-granular; *e*, capa de varillas y conos, que se hallan en inmediato contacto por sus extremos exteriores con la membrana coróidea. Los vasos se ramifican entre *a* y *c*. Las delgadas líneas verticales que atraviesan todos los estratos desde las varillas y conos hasta abajo, representan las *fibras radiales*, que se abren en forma de abanico al llegar cerca de la membrana-límite. El espesor real de la sección que esta figura representa no pasa de $\frac{1}{30}$ de pulgada.

conos: en la mancha amarilla, por el contrario, los conos abundan y están muy apretados, sin que se interpongan las varillas, y las fibras nerviosas desaparecen.

268. Sensación de la Visión.—La propiedad mas notable de la retina es la facultad que tiene de convertir las vi-

braciones del éter, que constituyen la esencia física de la luz, en un estímulo para las fibras del nervio óptico; cuyas fibras, una vez excitadas, tienen á su vez el poder de despertar la sensacion de la vision en el cerebro, ó por medio del cerebro. Entiéndase bien, la sensacion de la vision es obra del cerebro, no de la retina: en prueba de ello, aunque esté destruido ó inutilizado un ojo, si se pellizca, se galvaniza ó de cualquiera otro modo se irrita el nervio óptico, se puede obtener la sensacion de la vision, con tal de poner en actividad las fibras del nervio; actividad que, producida del modo que quiera, produce en el cerebro ciertos cambios que dan origen á la sensacion de que se trata.

La luz, al chocar con el nervio óptico, no lo excita: las fibras de este nervio son, por sí solas, tan ciegas como cualquiera otra parte del cuerpo. Pero, del mismo modo que los delicados filamentos de las ampollas ó la otoconía del saco vestibular, ó las fibras de Corti del caracol, son otros tantos medios para convertir las delicadas vibraciones del perilinfa y del endolinfa en impulsos capaces de excitar el nervio auditivo, así tambien las diferentes partes de la retina parecen dispuestas para convertir las infinitamente mas delicadas pulsaciones del éter luminoso en estímulo para las fibras del nervio óptico.

269. La Mancha Ciega.—La sensibilidad para la luz de las diferentes partes de la retina, es muy variable. La parte de ella por donde entra el nervio óptico es completamente ciega; y esto puede comprobarse con un sencillo experimento. Ciérrase el ojo izquierdo, y mírese fijamente con el derecho á la cruz que va impresa á continuacion, colocándola á la distancia de diez ó doce pulgadas.



En esta posicion el borron negro que va al otro lado del renglon se ve perfectamente, lo mismo que la cruz. Muévase el libro lentamente acercándolo á los ojos, y al llegar á cierto punto se observará que el borron desaparece: pero

siguiendo el movimiento de aproximacion, vuelve á aparecer cuando el libro se halla todavía mas cerca. Explicando este fenómeno por principios de óptica, resulta que en la primera posicion la figura del borron cae entre la de la cruz (que constantemente se halla enfrente de la mancha amarilla) y la entrada del nervio óptico; en la segunda posicion la imágen del borron ha llegado á la entrada de dicho nervio, y miéntras se halla en esa region deja de percibirse; por último, en la tercera posicion la imágen ha pasado de aquel punto y está á la parte de adentro respecto de él, en cuyo caso vuelve á ser visible. Por eso la region de la retina por donde entra el nervio óptico se llama la *mancha ciega*.

270. Duracion de las Impresiones Luminosas.—La impresion causada por la luz en la retina no dura precisamente el mismo tiempo que el contacto de la luz con ella, sino que tiene cierta duracion propia, sea la que quiera la del acceso de la luz. Un relámpago es un suceso prácticamente instantáneo: pero la sensacion producida por él dura un período de tiempo apreciable. Es un hecho averiguado que cada impresion luminosa dura próximamente un octavo de segundo: de donde se sigue que si se repiten dos ó mas, separadas por un intervalo de tiempo menor que este, se confundirán unas con otras.

Esta es la razon por que en las ruedas de fuegos artificiales ó cuando se hace girar un ascua rápidamente alrededor de la mano, aparece una traza circular continua de fuego: por la misma causa, cuando las ruedas de un coche se mueven con mucha rapidez, los rayos no se ven distintamente, sino solo una como opacidad nebulosa que llena todo el espacio comprendido por las pinas ó coronas de las ruedas.

271. Cansancio de la Retina.—La excitabilidad de la retina se agota con facilidad. Por eso cuando se mira á una luz muy brillante, pronto se vuelve insensible la parte de la retina herida por ella; y si despues se cambia la mirada y se dirige á una superficie moderadamente iluminada,

se nota en el campo de la vista una mancha oscura, procedente de haber quedado ciega por algun tiempo la retina en aquella parte en que recibió el exceso de luz. Si la luz brillante era de color, la parte de la retina en que hirió habrá quedado insensible á los rayos del mismo color, pero nó á los demas del espectro. Esto explica el fenómeno de los *colores complementarios*. Por ejemplo, si se pega una oblea de color rojo subido en una hoja de papel blanco, y se mira fijamente con un solo ojo por algun tiempo, si despues se aparta de ella la vista y se dirige al papel, en todas partes aparecerá una mancha verdosa de la figura y tamaño de la oblea. El hecho es que la imágen roja habia fatigado aquella parte de la retina en que con insistencia ha herido la luz roja, pero dejándola sensible á los demas rayos colorados de que se compone la luz; de modo que cuando los rayos blancos vienen á caer sobre esa parte, los rayos rojos que entran en su composicion no causan efecto, y el resultado de la operacion de los restantes es aquel color verdoso. Si la oblea fuese *verde*, la *imágen complementaria*, que así se llama, sería *roja*.

272. Ceguera de Colores.—Hay personas cuya retina parece que se afecta igualmente y de la misma manera por los rayos de luz de diferentes colores y aun de todos ellos. Estas personas, *ciegas para los colores*, no pueden distinguir las hojas del cerezo de su fruto por el color de ámbas cosas, y no notan diferencia entre un paño azul y otro amarillo que se les pongan delante.

Esta particularidad, que para muchos de los que la ofrecen es simplemente una desgracia, puede ser muy peligrosa si sin saberlo la tienen algunos de determinado oficio, como guardas de ferro-carriles ó marineros. Puede proceder ó de un defecto en la retina, que la hace incapaz de sentir distintamente las diferentes vibraciones luminosas, ó de cierta facultad absorbente extraordinaria de los humores de los ojos.

273. Efectos Luminosos de la Presion en el Ojo.—El

fenómeno de la vision puede producirse por causas distintas de la accion de las vibraciones del éter luminoso sobre la retina. Un choque eléctrico recibido por el ojo da origen á un relámpago aparente; una presion en cualquiera parte de la retina produce una imágen luminosa, lo que se llama *fosfena*. Si se oprime con la punta de un dedo la parte exterior del globo del ojo, se ve una imágen luminosa, que en este caso es oscura en el centro con un anillo brillante alrededor (ó, como decia Newton, semejante á lo que se llama "ojo" en cada una de las plumas de la cola de un pavo real), y esta imágen dura tanto como la presion que la produce. Ademas, muchas personas conocen por experiencia el fenómeno subjetivo de los infinitos puntos luminosos (lo que se llama en castellano *ver las estrellas*) que aparecen cuando se recibe un fuerte golpe en los ojos, ya sea por la caida de un caballo, ya por otros modos bien familiares á la juventud inglesa.*

Está en duda, sin embargo, si estos efectos de presion ó de choque, se derivan propiamente de la excitacion de la retina, ó si son mas bien resultado de la violencia ejercida sobre las fibras del nervio óptico, con independenciam de la retina.

274. Funcion de las Varillas y Conos.—En el párrafo anterior se ha hecho una distincion entre las "fibras del nervio óptico" y la "retina," de que ántes no se habia hablado, pero que es de mucha importancia.

Ya se ha dicho que las fibras del nervio óptico se ramifican en la cuarta porcion interior del espesor de la retina, y que la cuarta parte exterior está formada por la capa de las varillas y conos. Por lo tanto la luz debe herir primero las fibras del nervio óptico, y, hasta despues de atravesarlas, no puede llegar á las varillas y conos. De lo que se sigue que si las fibras del nervio óptico pueden por sí ser afectadas por la luz, las varillas y conos pueden considerarse

* Aquí el autor parece aludir á la costumbre que hay en Inglaterra de reñir á puñadas, asestándose las golpes de preferencia á los ojos.—N. del traductor.

á lo sumo como un aparato óptico suplementario. El hecho es, sin embargo, que el conjunto de varillas y conos es el que recibe la acción de la luz, y que las fibras del nervio óptico son insensibles á ella. Esta proposición se funda en los siguientes hechos:

a. La mancha ciega está llena de fibras nerviosas, pero carece de varillas y conos.

b. La mancha amarilla, donde reside la más aguda facultad de visión, está llena de varillas y conos, y carece de fibras nerviosas.

c. Si una persona entra en una habitación oscura con una sola luz pequeña y viva, y dirigiendo la vista á una pared de color oscuro, mueve la luz hácia arriba y hácia abajo, pero conservándola siempre próxima al ángulo exterior de uno de los ojos; verá lo que se llama *espectro* ó *figura de Purkinje*. Esta es una visión compuesta de una serie de líneas rojas ramificadas y divergentes en campo oscuro, entre dos de las cuales se ve un disco, no llano, sino en forma de taza. Las líneas rojas son los vasos sanguíneos de la retina, y el disco es la mancha amarilla. Cuando la luz se mueve arriba y abajo, las líneas rojas cambian de posición, de la misma manera que la sombra, cuando la luz que la produce muda de lugar.

Ahora bien, como la luz cae en la cara interior de la retina, y las imágenes de los vasos que produce cambian de posición según ella se mueve, la cosa ú órgano que percibe estas imágenes necesariamente ha de estar al otro lado de los vasos, es decir á la parte exterior de ellos; pero las fibras del nervio óptico se hallan entre los mismos vasos, y las únicas partes de la retina que están del lado de afuera de ellos son capas granuladas y las varillas y conos.

Así como en la piel hay determinadas distancias, dentro de las cuales dos puntos causan solamente una impresión; así también hay una distancia mínima á la que deben hallarse dos puntos luminosos al herir la retina, para que resulten

como dos distintos. Y cabalmente esta distancia es igual al diámetro de los conos.

Resulta, pues, que estos notables corpúsculos, colocados en la superficie exterior de la retina, con sus vértices vueltos hácia la luz, vienen á hacer el oficio de otras tantas puntas de dedos, dotadas de un tacto bastante delicado para sentir las vibraciones luminosas.

SECCION II.—*Agente Luminoso.*

275. Lente Convexa.—El agente físico que da origen á la visión es la *luz*, que, según hoy se cree, es un fluido sumamente sutil, el éter, vibrando de un modo particular. Las propiedades de este agente físico y los principios de óptica que constituyen su estudio no son de este lugar. Ahora solo es necesario poner de manifiesto algunos hechos, de los que cada cual puede cerciorarse con experimentos sencillos. Un vidrio de antejo ordinario es un cuerpo trasparente más denso que el aire y convexo por ámbas caras. Si se coloca esta *lente* á cierta distancia de una pared ó mampara en una habitación oscura, y al lado opuesto una vela encendida; será fácil arreglar las distancias entre la vela, la lente y la pared, de modo que se pinte en la pared una imagen exacta y completa de la llama de la vela.

276. Formación de la Imagen Luminosa.—El paraje en que se forma la imagen se llama *foco*. Si se mueve la vela acercándola más á la lente, la imagen pintada en la pared se agrandará é irá borrándose y haciéndose confusa; pero puede volverse á obtener su anterior brillantez y limpieza separando más la lente de la pared. Pero si después de este nuevo arreglo se separa la vela á mayor distancia de la lente, la imagen volverá á parecer confusa, y para restituírle su claridad habrá que acercar otra vez la lente á la pared.

Es decir que una lente convexa forma una imagen perfectamente distinta de los objetos luminosos, pero solamente en su foco; y este foco está más próximo cuando el

objeto se halla distante, y mas lejano cuando el objeto está próximo.

277. Efecto de la Variacion de Convexidad.—Supóngase ahora que, dejando quieta la vela, se pone, en lugar de la lente que ántes sirvió, otra de superficies mas convexas; la imágen quedará borrada y para volver á tenerla perfecta habrá que mover la lente acercándola mas á la pared. Si, por el contrario, se cambia la lente por otra de superficies ménos convexas, será preciso separarla mas de la pared para conseguir el mismo fin.

En otros términos: siendo iguales las demas circunstancias, cuanto mas convexa sea la lente, mas próximo á ella está el foco; cuanto ménos convexa, mas distante.

Si la lente fuere elástica, estirándola por la circunferencia, se pondría mas llana, alejándose por lo mismo el foco; miéntras que, aflojándola, volvería á aumentarse su convexidad y á aproximarse el foco.

Un cuerpo cualquiera, mas refractivo que el medio en que está colocado, si tiene una superficie convexa, obliga á los rayos de luz, que pasan por este medio ménos refractivo, al llegar á su superficie, á converger hácia un foco. Si se coloca un vidrio de reloj en un costado de una caja y se llena esta de agua, puede colocarse una luz por la parte de afuera del vidrio y á tal distancia de él que se dibuje una imágen de la llama en la pared opuesta de la caja; y si, permaneciendo todo lo demas en el mismo estado, se introduce en el agua un vidrio bi-convexo, de modo que corte transversalmente los rayos, su efecto (aunque ménos poderoso que si fuese en el aire) sería conducir los rayos mas prontamente á un foco, á causa de que el vidrio refringe la luz con mas fuerza que el agua.

Se llama *cámara oscura* una caja que tiene en uno de sus lados una lente colocada de tal modo, que por medio de un enchufe resbaladizo puede moverse hácia adentro y hácia afuera, y por lo mismo producir imágenes distintas de los cuerpos á varias distancias, en el carton que forma el

fondo de la caja. Por semejanza, podemos llamar á la caja de que ántes se habló *cámara de agua*.

SECCION III.—*Aparato Intermedio.*

278. Mecanismo Visual.—Los órganos intermedios con cuyo auxilio el agente físico de la vision, que es la luz, puede llegar á obrar sobre la expansion del nervio óptico, se comprenden en tres órdenes de aparatos: (a) Una “cámara de agua,” el globo del ojo; (b) músculos para mover el globo del ojo; (c) órganos para proteger el globo del ojo, á saber, los párpados, con sus pestañas, glándulas y músculos; la conjuntiva, y la glándula lagrimal y sus conductos.

El *globo del ojo* se compone, en primer lugar de un estuche fuerte, compacto, de forma esferoidal compuesto de un tejido muy consistente, que en su mayor parte es blanco y opaco, y se llama *esclerótica* (*Scl.*, Fig. 84). En el frente, sin embargo, esta cápsula fibrosa del ojo, aunque no sufre cambio en su carácter esencial, se vuelve trasparente y recibe el nombre de *córnea* (*Cn.*, Fig. 84). La porcion córnea del estuche del globo es mas convexa que su porcion esclerótica, de modo que la forma del globo en conjunto es la que resultaria de cortar un segmento de un esferoide del diámetro de la esclerótica, y poner en su lugar otro segmento de una esfera de menor diámetro y por lo tanto de superficie mas convexa.

279. Humores, y Lente Cristalino.—El estuche córneo-esclerótico del ojo debe su forma á los llamados *humores*, que son unas sustancias acuosas ó semifluidas, una de las cuales, el humor *acuoso*, mantiene estirada la cámara córnea del ojo, miéntras que la otra, el humor *vítreo*, rellena la cámara esclerótica.

Ambos humores están separados por el *lente cristalino* (*Cry.*, Fig. 84), cuerpo de notable belleza, trasparente, de doble convexidad, mas denso, y capaz de refringir la luz con mayor fuerza que cualquiera de los humores. El lente cris-