

DONATIVO de la Vda. del
Dr. J. GÓNGORA TUNÓN

TRATADO ELEMENTAL

DE

FISIOLOGÍA HUMANA

TOMO I

PUBLICACIONES DEL SEÑOR MAGAZ.

INFORME ACERCA DEL DERRIBO DE LAS MURALLAS DE BARCELONA. — Publicado por acuerdo de la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona — 1855.

DESCRIPCION DE UN NUEVO APARATO PARA DESCUBRIR EL ARSÉNICO EN TODAS LAS SUSTANCIAS QUE LO CONTIENEN, SIN NINGUNO DE LOS INCONVENIENTES QUE PRESENTAN LOS PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS HASTA EL DIA. — Publicado por acuerdo de la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona. — 1855.

DIFERENTES CLASES DE PAUPERISMO Y SU INFLUENCIA EN LA SOCIEDAD. — Publicado por la Sociedad económica de Amigos del Pais de Barcelona. — 1856.

INFLUENCIA DE LA EDUCACION EN LA MARCHA Y PROGRESO DE LOS PUEBLOS. — Publicada por la Universidad de Barcelona. — 1856.

CONTESTACION Á LOS ARTICULOS PUBLICADOS EN LA *Revista Católica*, IMPUGNANDO UNA PARTE DEL TRABAJO ANTERIOR. — Opúsculo publicado en Barcelona en 1856.

TRATADO ELEMENTAL

DE

FISIOLOGÍA HUMANA

POR EL

DR. D. JUAN MAGAZ Y JAIME

Catedrático de Fisiología de la Facultad de Medicina de Madrid ;
Senador del Reino y Consejero de Estado ;
Caballero gran Cruz de la Real orden de Isabel la Católica ;
Comendador de número de las Reales órdenes de Carlos III y de Isabel la Católica ;
Antiguo Presidente de la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona ;
Académico electo de la de Madrid , etc., etc.

Obra premiada por la Real Academia de Medicina de Madrid é ilustrada
con gran número de grabados intercalados en el texto.

CUARTA EDICION

CORREGIDA Y CONSIDERABLEMENTE AUMENTADA

CON LA COOPERACION

DEL

DOCTOR COLL Y PUJOL

Catedrático de Fisiología de la Facultad de Medicina de Barcelona ;
Jefe superior honorario de Administracion civil ;
Comendador de la orden de Isabel la Católica ; Caballero de la de Carlos III ;
Vocal de la Junta de Sanidad de Barcelona
y de la de construccion de la cárcel de la misma ciudad ;
Socio de número de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona ,
y de otras sociedades científicas, nacionales y extranjeras, etc., etc.

TOMO II

MADRID

IMPRENTA Y LIBRERÍA DE NICOLÁS MOYA

Corretas, 8 y Garcilaso, 6

1885

Biblioteca Proval Univer
MEDICINA

BARCELONA





ES PROPIEDAD DEL AUTOR, Y TODOS LOS EJEMPLARES IRÁN SELLADOS Y RUBRICADOS.

FISIOLOGIA DEL DR. M/G/Z

N.º

MADRID

J. Magar

TRATADO ELEMENTAL
DE
FISIOLOGÍA HUMANA

TERCERA PARTE

FUNCIONES DE RELACION

De las sensaciones.

§ 1.º

Hemos dado á conocer en las lecciones anteriores los medios de que se vale la naturaleza para suministrar al organismo los materiales de reparacion que necesita; pero como el hombre no sólo se nutre, sino que se halla rodeado de objetos diferentes á los que se aproxima, ó de los que se aparta, segun la utilidad que le proporcionan, ó los riesgos á que le exponen, necesita tambien poner en ejercicio otro órden de funciones en virtud de las cuales siente, piensa, quiere y obra con arreglo á las determinaciones de su voluntad, comunicándose de este modo con los diferentes seres que pueblan el universo.

Esta nueva serie de funciones, llamadas de relacion, puede dividirse en dos grandes grupos, de *sentimiento* y de *expresion*. En el primero se comprenden las sensaciones propiamente dichas y las facultades intelectuales y afectivas; en el segundo, la voz, la palabra y los diferentes movimientos.

Se da el nombre de sensaciones á los diversos actos por

medio de los cuales percibe el alma las impresiones que las partes sensibles de nuestra organizacion reciben de los distintos cuerpos de la naturaleza.

Las sensaciones pueden ser externas ó internas. Llámense externas las que proceden de la impresion que los objetos exteriores producen en los órganos de los sentidos, é internas las que se derivan de impresiones que tienen origen en el interior del organismo. Con el auxilio de las primeras adquirimos el conocimiento de los distintos objetos del universo ; las segundas nos advierten las necesidades de la economía á que es preciso atender.

En la generalidad de los casos, se necesitan cuatro factores diferentes para que tengan lugar las sensaciones : agente que impresione, órgano que reciba la impresion, conductor que la transmita y centro nervioso que la perciba. A veces, los estímulos internos, como, por ejemplo, la sangre, impresionan directamente el cerebro, y las sensaciones que producen, parecen engendradas allí mismo, puesto que ni la impresion procede de otra parte ni se ha necesitado conductor para transmitirla. No es extraño, de consiguiente, ver en algunos casos ráfagas luminosas, oír sonidos y sentir olores ó sabores, sin que hayamos sido previamente impresionados por la luz, ni por los sonidos, ni por los cuerpos sápidos ú olorosos. Ya veremos más adelante las causas de que dependen, al parecer, éstas y otras sensaciones llamadas subjetivas.

Quando las impresiones periféricas no llegan á los centros cerebrales, sino que tuercen su camino en otros centros secundarios, entonces no tenemos conciencia de ellas, pero no por esto son perdidas para el organismo, pues dan origen á cierta clase de reacciones que estudiaremos separadamente, y que se conocen con el nombre de *fenómenos reflejos*.

Los órganos encargados de recibir las impresiones externas se llaman órganos de los sentidos, y el número de

éstos, lo mismo que su mayor ó menor grado de finura, son distintos en los diferentes animales. El hombre posee cinco, que son : la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto. Para comprender el mecanismo fisiológico de estos aparatos, es preciso dar á conocer : primero, las condiciones que se necesitan para que los agentes exteriores provoquen en ellos sus impresiones especiales, y segundo, las que son indispensables para que estas impresiones puedan ser transmitidas al cerebro, y para que el cerebro, como órgano material de nuestra alma, las perciba. La primera parte exige un estudio detenido de cada uno de los sentidos en particular, puesto que en cada uno de ellos son distintos los agentes que provocan la impresion y los órganos encargados de recibirla. La segunda, la estudiaremos de una manera colectiva dando á conocer la accion del sistema nervioso en la transmision y en la percepcion de las diferentes impresiones.

SECCION PRIMERA

SENSACIONES EXTERNAS

SENTIDO DE LA VISTA

CAPÍTULO PRIMERO

De la luz.

§ 2.º

La vision es una funcion por medio de la cual apreciamos las propiedades luminosas de los cuerpos, y adquirimos el conocimiento de su magnitud, figura y color, así como de su estado de reposo ó movimiento y de la distancia á que se encuentran de nosotros, etc.

El aparato de la vision se pone en ejercicio bajo la influencia de un excitante particular llamado luz; y puesto que percibimos los cuerpos aunque estén muy lejos de nosotros, y conocemos de este modo muchas de sus propiedades, la luz es la que produce, por su accion sobre la retina, el fenómeno de la vision.

Sin embargo, como más adelante tendremos ocasion de referir, no es indispensable la presencia de la luz para que tengamos sensaciones luminosas, pues basta para la produccion de este fenómeno, que cualquiera de los excitantes generales, acciones mecánicas, químicas, eléctricas, térmicas etc., vaya á ejercer su influencia sobre la retina, sobre el nervio óptico, ó sobre los centros cerebrales adecuados.

Para explicar el origen de la luz, adoptan unos el sistema de la *emision*, sostenido por Newton, segun el cual los cuerpos luminosos emiten en todas direcciones, bajo la forma de moléculas de extraordinaria tenuidad, una sustancia imponderable que se propaga en línea recta con una velocidad casi infinita. Otros, de acuerdo con Young, Fresnel, etc. suponen que á los cuerpos luminosos les anima un movimiento vibratorio, infinitamente rápido, que se comunica á un flúido sutil y elástico, esparcido por todo el universo, llamado éter, cuyas vibraciones se propagan en todos sentidos, bajo la forma de ondas esféricas, hasta llegar á la retina, donde provocan las impresiones luminosas. Esta última hipótesis, llamada de las *ondulaciones*, se halla hoy aceptada por todos los fisiólogos.

Las vibraciones verificadas por el éter, son perpendiculares á la direccion del rayo luminoso ; lo que equivale á decir que son transversales.

La luz blanca es un conjunto de vibraciones etéreas de desigual duracion. Por medio de los prismas se la puede analizar, separando unas de otras las vibraciones que la forman : la diferente *duracion* de las vibraciones luminosas es apreciada por nosotros bajo la sensacion de *color*.

Segun veremos más adelante, la prodigiosa rapidez de semejantes vibraciones, no escapa á nuestro cálculo.

La retina permanece *indiferente*, cuando el número de las que se verifican en el espacio de un segundo, no puede darnos la sensacion del rojo, ó cuando excede al indispensable, para que podamos adquirir la sensacion del *violado*.

La luz, al ponerse en contacto con la retina, no debería despertar más impresiones que las que son propias de la luz misma, y de consiguiente, no deberíamos adquirir por el sentido de la vista, sino la nocion de la claridad, de la oscuridad ó de color, y si distinguimos al mismo tiempo la figura, el volumen y las demas cualidades ópticas de los

objetos, es porque su imagen se dibuja en la retina á consecuencia de las refracciones que experimentan los rayos luminosos al atravesar los medios transparentes del globo del ojo. Por esta causa, para comprender el mecanismo de la vision, es indispensable conocer las leyes que siguen estos rayos al atravesar los cuerpos diáfanos, á fin de deducir las modificaciones que deben experimentar en su paso desde la córnea transparente á la retina.

Llámase *rayo luminoso* á la línea que sigue la luz al propagarse, y *hacecillo luminoso* á un conjunto de rayos que proceden de un mismo origen. La velocidad de la luz es de 77.000 leguas por segundo.

A los cuerpos en que se mueve la luz se les llama *medios*. A los que no permiten el paso á la luz, se les designa con el nombre de *opacos*: con el de *traslúcidos* á los que la dejan pasar, pero sin que pueda distinguirse á traves de los mismos ni el color ni la forma de los objetos; y con el de *transparentes* ó *diáfanos* á los que permiten el paso á la luz y dejan ver, además, la forma y el color de los puntos de que procede. Los cuerpos opacos pueden convertirse en translúcidos reduciéndolos á láminas muy delgadas; los translúcidos pueden llegar á ser opacos formando con ellos láminas gruesas. Los cuerpos, aunque sean transparentes, reflejan una pequeña parte de la luz que reciben.

Se dice que los cuerpos *reflejan* la luz cuando la rechazan devolviéndola al medio de donde procede; si la rechazan en una sola direccion y no modifican su color, de manera que pueda verse la imagen de los objetos que la emiten, como sucede con los espejos y las superficies pulimentadas, la *reflexion* se llama *regular*; si la rechazan en todas direcciones, de manera que no pueda verse la imagen de los objetos que la emiten, sino la de los que la reflejan, como sucede con las superficies ásperas ó rugosas, la reflexion se llama *irregular*. Si vemos en el agua de un es-

tanque la imagen del sol ó la de otros objetos luminosos, es porque la luz que éstos emiten es reflejada por el agua de una manera *regular*; y si no vemos las indicadas imágenes en la tierra, en las piedras, en la arena, etc., á pesar de que reciben la misma luz, es porque estos cuerpos la difunden, ó, lo que es igual, la reflejan *irregularmente* y sólo llega hasta nosotros la luz *difusa*.

Los rayos luminosos no siempre encuentran en su camino cuerpos que les impidan el paso, pues ya hemos dicho que atraviesan los llamados transparentes.

Refraccion de la luz.

§ 3.º

La luz se propaga en línea recta cuando atraviesa un *medio homogéneo*; pero cambia de direccion cuando pasa oblicuamente de un medio á otro diferente. A la desviacion que experimentan los rayos luminosos cuando pasan oblicuamente de un medio á otro, se llama *refraccion*. Cuando el rayo luminoso es perpendicular á la superficie que separa los dos medios, no se desvía de su direccion y continúa propagándose en línea recta.

Los rayos luminosos, al ser refractados, se aproximan á la perpendicular levantada en el punto de incidencia si pasan de un medio más raro á otro más denso. La densidad de los medios no está *siempre* en proporcion con el desvío que hacen experimentar á la luz, y por eso se denominan cuerpos *más refringentes* aquellos en que la luz se acerca á la normal, y cuerpos *menos refringentes* aquellos en que se aleja de la misma.

La observacion ha demostrado que cualquiera que sea la oblicuidad del rayo incidente, se conserva una relacion constante entre el seno del ángulo de incidencia y el del ángulo de refraccion en los mismos medios transparentes.

La relacion entre los dos senos, ó el cociente de la division del uno por el otro, se denomina *índice de refraccion*.

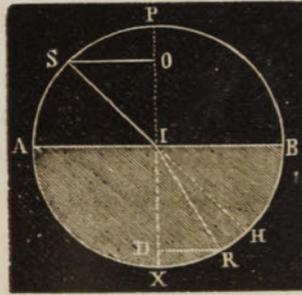


FIG. 1.^a — SI, rayo incidente. — AB, cuerpo transparente. — IR, rayo refractado en un medio más denso. — PX, perpendicular al punto de incidencia. — SIP, ángulo de incidencia. — RIX, ángulo de refraccion. — SO, línea que representa el valor del seno de incidencia. — RD, línea que representa el valor del seno de refraccion. — H, prolongacion recta del rayo luminoso

Cuando la luz atraviesa un medio transparente de caras paralelas, los rayos emergentes, es decir, los que salen del medio, son paralelos á los rayos incidentes. La separacion paralela entre los rayos emergentes y los incidentes es tanto mayor cuanto más grueso es el medio transparente; y si el espesor de éste es muy pequeño, ó si los rayos llegan á la superficie refringente con poca oblicuidad, casi puede decirse que el rayo emergente se encuentra en la prolongacion rectilínea del incidente.

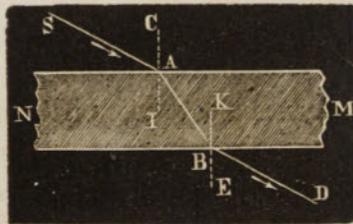


FIG. 2.^a — NM, cuerpo transparente de caras paralelas. — SA, rayo incidente. — RD, rayo emergente. — GI, perpendicular al punto de incidencia. — KE, perpendicular al punto de emergencia.

Si la luz atraviesa un cuerpo prismático ó terminado por superficies planas no paralelas, se refracta á la entrada del mismo acercándose á la perpendicular, por pasar á un medio más refringente, y se refracta de nuevo á la salida,

alejándose de la perpendicular, por pasar á un medio menos refringente. La luz, de consiguiente, es refractada dos veces en el mismo sentido, y por esto los objetos vistos á través de un prisma, siempre que su base se coloque hácia abajo, aparecen á mayor altura de la que en realidad se encuentran.

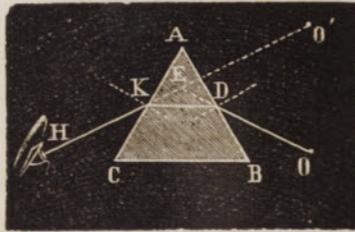


FIG. 3.^a — ABC, prisma. — OD, rayo incidente que se refracta en D y en K. — KH, rayo emergente. — OEO', ángulo de desviación. — O' sitio donde se ve el objeto luminoso.

Cuando los cuerpos transparentes están terminados por superficies curvas, se designan con el nombre de lentes, y los rayos luminosos que los atraviesan, se aproximan ó se separan, según sea convexa ó cóncava su corvadura. Generalmente no se usan en los instrumentos de óptica más que lentes esféricas, y pueden dividirse en dos grupos: *convergentes* y *divergentes*. Las del primero son más gruesas en el centro que en los bordes y tienen la propiedad de aproximar unos á otros los rayos luminosos que las atraviesan: las segundas, al contrario, los separan y son más delgadas en el centro que en los bordes.

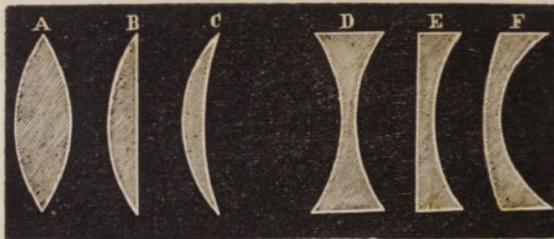


FIG. 4.^a — A, lente bi-convexa. — B, plano-convexa. — C, menisco-convexa. — D, bi-cóncava. — E, plano-cóncava. — F, menisco-cóncava.

Lo que más nos importa conocer es la marcha de los rayos luminosos en las lentes convergentes por su analo-

gía con los medios transparentes del ojo, y como lo que se diga de la lente bi-convexa es aplicable á todas las demas de su clase, ésta será la que únicamente estudiaremos.

Refraccion en las lentes bi-convexas.

§ 4.º

En las lentes cuyas dos caras son esféricas — como en las bi-convexas—los centros de estas superficies se conocen con el nombre de *centros de corvadura*, y la recta indefinida que pasa por estos dos centros, con el de *eje principal*.

Segun hemos dicho ya, el rayo que cae perpendicularmente sobre una superficie refringente, no se tuerce y la atraviesa en línea recta. Si esta superficie es esférica, la perpendicular para cada punto de incidencia es el radio que pasa por este punto; de consiguiente, el rayo luminoso cuya prolongacion pasa por el centro de la superficie esférica no cambia de direccion; á este centro se le llama *punto nodal ó centro óptico de la lente*, y á toda recta que pasa por el centro óptico sin tocar en los centros de corvadura, *eje secundario*.

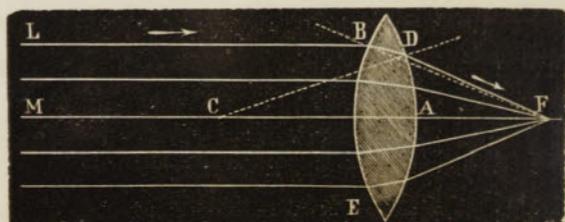


FIG. 5.º — MF, eje principal de la lente. — LB, uno de los rayos paralelos al eje. — FB, perpendicular al punto de incidencia. — BD, perpendicular al punto de emergencia. — DF, rayo refractado. — F, foco principal. — FA, distancia focal principal.

Los rayos que antes de la incidencia son paralelos al eje principal de la lente, se aproximan á la normal en el punto de incidencia por pasar á un medio más refringente, y se separan de la misma en el punto de emergencia por pasar á un medio menos refringente, de manera que se refractan dos veces, inclinándose hácia el eje donde se re-

unen en un punto llamado *foco principal*. La distancia que media entre ese punto y la lente se llama *distancia focal principal*. En las lentes ordinarias que son de crown-glass, ó de cristal que no contiene plomo, el foco principal coincide casi con el centro de curvatura.

Cuando los rayos, aunque paralelos á un eje secundario, son oblicuos con relacion al eje principal de la lente, sufren tambien dos refracciones, á consecuencia de las cuales convergen hácia un punto donde se reúnen formando foco. Este foco no está sobre el eje principal, sino sobre el eje secundario, en un plano perpendicular al mismo que pasa por el foco principal y que se llama *plano focal*.

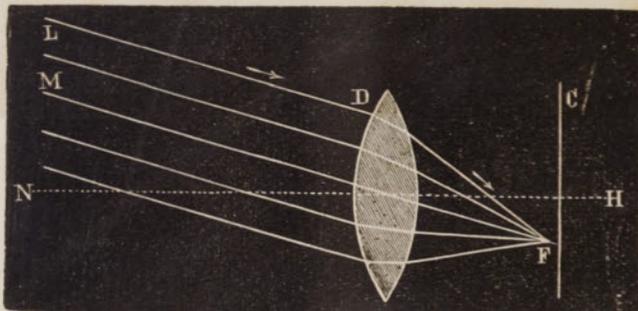


FIG. 6.^a — EH, eje principal. — LD, uno de los rayos paralelos al eje secundario. — MF, eje secundario. — F, foco en el eje secundario y en un punto del plano focal. — CF, plano focal.

Cuando los rayos luminosos no son paralelos, sino que forman un hacesillo divergente, se refractan tambien al

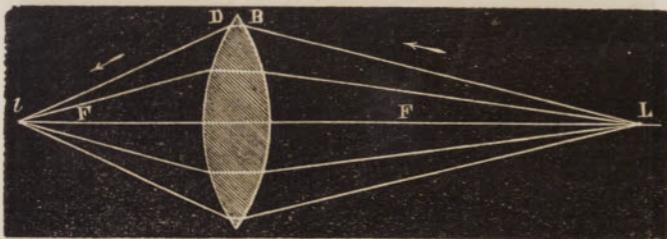


FIG. 7.^a — LI, eje principal. — l, punto luminoso colocado sobre el eje principal. — LB, uno de los rayos incidentes. — DI, el mismo rayo refractado. — I, foco conjugado. Si el objeto luminoso se aproximara á la lente y estuviera, por ejemplo, en l, entonces el foco conjugado se apartaría de la lente y se la formaría en L.

atravesar la lente, como en los casos anteriores, y se reúnen en un punto llamado *foco conjugado*, cuyo sitio varía

segun sea la posicion del objeto luminoso. Si éste se halla en el eje principal de la lente, el foco se forma en el eje principal; si se halla en un eje secundario, el foco se forma en el eje secundario; y tanto en un caso como en otro, á medida que el objeto luminoso se aproxima á la lente, el foco se aleja, y á medida que el objeto se aleja, el foco se acerca á la indicada lente.

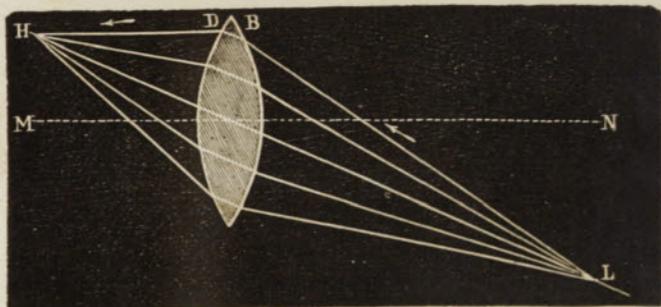


FIG. 8.* — HL, eje secundario. — LB, uno de los rayos incidentes. — DH, el mismo rayo refractado. — H, foco conjugado. Si el punto luminoso se aproximara á la lente y estuviera, por ejemplo, en H, entonces el foco conjugado se apartaría de la lente y se formaría en L.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que cuando el objeto se halla tan cerca de la lente que coincide con su foco principal, los rayos emergentes ya no se reúnen al otro lado de la misma, sino que salen paralelos al eje y de consiguiente no forman foco.

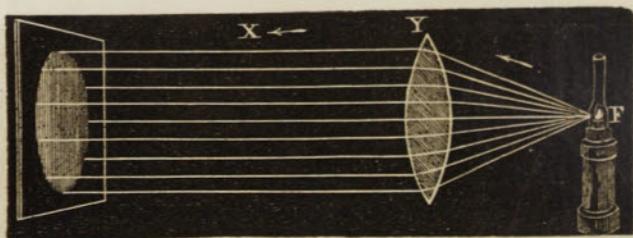


FIG. 9.* — F, punto luminoso colocado en el foco principal de la lente. — FY, uno de los rayos incidentes. — YX, el mismo rayo refractado.

Hay que tener en cuenta, además, que si el objeto se halla colocado entre la lente y el foco principal, lejos de reunirse los rayos despues de la emergencia, forman un

hacecillo divergente sin que puedan dar lugar á ningun foco real ; pero sus prolongaciones concurren en un punto llamado *foco virtual*.

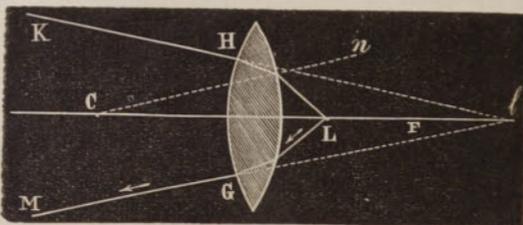


Fig. 10.^a — F, punto correspondiente al foco principal de la lente.—L, punto luminoso colocado entre la lente y el foco principal.—HK y GM rayos refractados.—*n*, foco virtual formado por la prolongación de los rayos.

Formacion de las imagenes en las lentes bi-convexas.

§ 5.^o

En los casos precedentes hemos supuesto que la luz par-
tía de una sola parte del objeto luminoso ; pero como este
objeto, cualquiera que sea, emite luz por los diferentes
puntos de su superficie, los rayos luminosos procedentes
de cada uno de ellos forman un foco distinto á consecuen-
cia de la refraccion que experimentan al atravesar la lente,
y como cada uno de estos focos representa el punto del ob-
jeto de que la luz procede, el conjunto de los mismos re-
presenta la imagen del objeto iluminado.

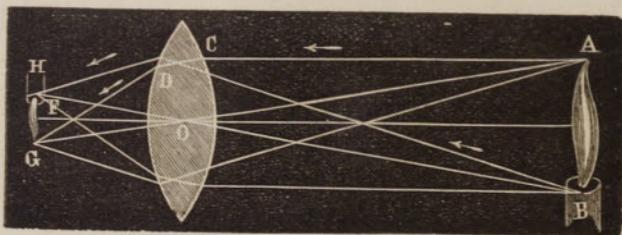


FIGURA 11.

Suponiendo que el objeto AB esté colocado á mayor
distancia de la lente que la que medía desde el foco prin-
cipal á la misma lente, si se tira el eje secundario AG del
punto extremo A, el rayo AC emitido de este punto, se

refracta en C y en D, dos veces en el mismo sentido, aproximándose al eje secundario que corta en G. Todos los demas rayos emitidos del punto A, se reunen tambien en G, donde forman el foco *conjugado* de A. Tirando del mismo modo el eje secundario del punto B, se encuentra que los rayos emitidos de este punto forman su foco en H, y como las partes situadas entre A y B tienen realmente su foco entre G y H, se forma en GH una imagen real é invertida del objeto AB.

De lo que hemos dicho anteriormente acerca de los focos conjugados, se deduce tambien que si el objeto luminoso estuviera en HG, su imagen se formaría en AB, y de consiguiente — Ganot — que si un objeto, aun siendo muy grande, está bastante lejos de una lente bi-concava, se obtiene una imagen real é invertida muy pequeña, muy aproximada al foco principal y un poco mas allá de este punto con relacion á la lente ; y que si un objeto muy pequeño está colocado cerca del foco principal, pero sin llegar á él, la imagen se forma á mucha mayor distancia, y es tanto más grande cuanto más próximo se halla el objeto al indicado foco principal.

La reseña, si bien rapidísima, que acabamos de hacer acerca de las principales propiedades de la luz y de las modificaciones que experimenta al atravesar los cuerpos transparentes, nos permitirá comprender la marcha de los rayos luminosos en el ojo y la formacion de las imágenes en la retina ; pero para esto es preciso que describamos antes, aunque sea sucintamente, el aparato de la vision.

CAPÍTULO II.

Aparato de la vision.

§ 6.º

El aparato de la vision está formado del globo del ojo y de las partes protectoras del mismo, que son : las cejas los párpados, los músculos motores del globo ocular y el aparato lagrimal.

El globo del ojo, alojado en la órbita, está revestido exteriormente de una cubierta fibrosa, blanca y opaca llamada *esclerótica*, la cual tiene dos aberturas : una *posterior*, por la cual pasa el nervio óptico, y otra *anterior*, circular, de unos once milímetros de diámetro, en cuyos bordes se encaja la *córnea transparente* á manera de vidrio de reloj. La esclerótica está cubierta en su parte anterior por la conjuntiva, membrana de la clase de las mucosas.

La *córnea* transparente está colocada en la parte anterior del globo del ojo ; es de figura circular y se adhiere tan íntimamente á la esclerótica, que parece continuacion de la misma ; su cara *anterior* es convexa y está cubierta por la conjuntiva, de la cual sólo se percibe en el estado fisiológico la lámina epitelial ; su cara *posterior* es cóncava.

Coroides. — Sobre la cara interna de la esclerótica y forrándola exactamente, se extiende la coroides desde el fondo del ojo hasta la circunferencia de la córnea, en cuyo punto se une á esta membrana y al iris por el ligamento ciliar.

La coroides está compuesta de dos láminas de naturaleza vascular, de las cuales, la externa corresponde á la esclerótica, y la interna ó membrana de Ruysch, á la retina.

Estas dos láminas están revestidas de una capa de pigmento, más espeso en la parte de la retina que en la de esclerótica y más negro en los individuos jóvenes que en los viejos. La coroides tiene una pequeña abertura en su parte *posterior* para dar paso al nervio óptico, y en su parte anterior, á dos milímetros de la circunferencia de la córnea, se desdobra uniéndose al iris y al *músculo ciliar*, *tensor de la coroides ó músculo de Brücke*, — cuya importancia en los fenómenos de la vision, lo mismo que la del pigmento de la coroides, daremos á conocer más adelante — constituyendo los *procesos ciliares*, que están revestidos tambien de una espesa capa de pigmento del mismo color que el de la coroides.

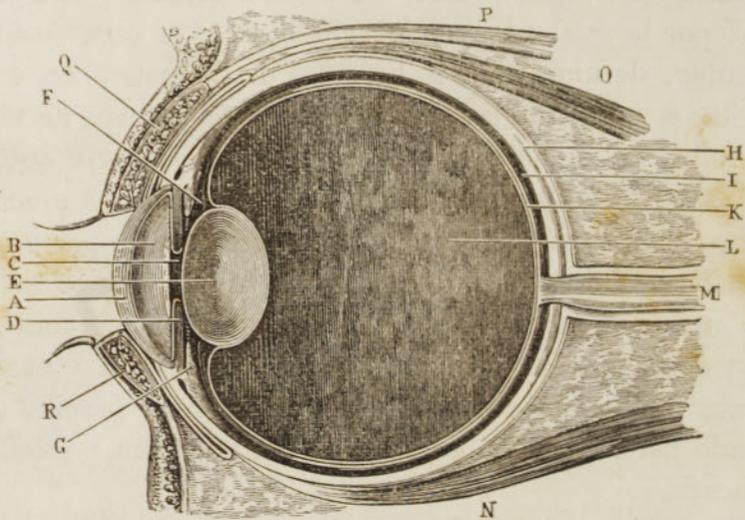


FIG. 12.^a — A, córnea. — B, cámara anterior. — C, pupila. — D, iris. — E, cristalino. — F, zona de Zinn formando la pared anterior del conducto de Petit. — G, procesos ciliares. — H, esclerótica. — I, coroides. — K, retina. — L, cuerpo vitreo. — M, nervio óptico. — N, músculo recto anterior. — O, músculo recto superior. — P, músculo elevador del párpado. — Q, glándulas lagrimales. — R, conducto lagrimal.

Iris. — En el espacio comprendido entre el músculo ciliar y los procesos ciliares se fija la gran circunferencia del iris, especie de tabique membranoso, colocado verticalmente detras de la córnea, con una abertura circular en su centro llamada *pupila*. La cara *anterior* del iris es

plana ; está tapizada por la membrana de Descemet y presenta matices de coloracion distinta, segun los sujetos. La cara *posterior* corresponde al cristalino y está revestida de una capa de pigmento llamada *uvea*, cuyo color se ha comparado con el de las uvas negras. El microscopio ha demostrado la existencia en el iris de fibras musculares, y su influencia se debe, más que á la naturaleza eréctil de esta membrana, el que la pupila pueda dilatarse ó contraerse, segun los casos, no permitiendo que entren en el ojo más que los rayos luminosos necesarios á la vision.

Retina. — La cara interna de la coroides, es decir, la que mira al interior del ojo, está cubierta por la retina,

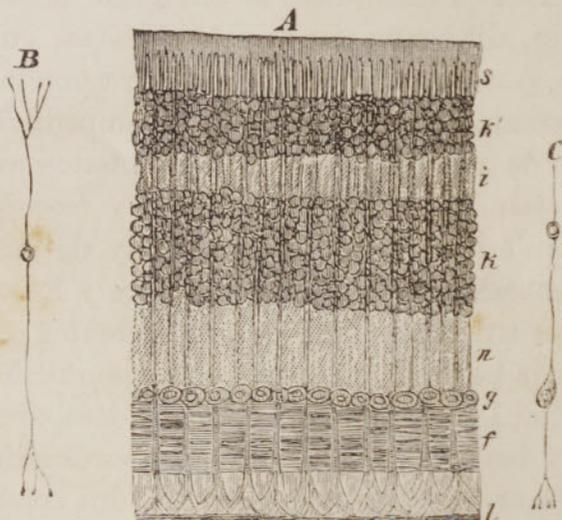


FIG. 13 — A, corte vertical de todo el espesor de la retina, endurecida por el ácido crómico. — l, membrana limitante con las fibras de sustentacion ascendentes. — f, capa de las fibras del nervio óptico. — g, capa de los ganglios. — n, capa cenicienta, finamente granulosa, atravesada por las fibras radiadas. — k, capa granulosa inferior (anterior). — i, capa intergranulosa. — k' capa granulosa exterior (posterior). — s, capa de Jacob ó de los conos y bastoncitos : aumento, 309 diámetros. — B, C, (segun Müller) Fibras radiadas aisladas.

membrana nerviosa, lisa en el hombre y los cuadrumanos, arrugada en muchos animales, y que en todos puede considerarse como la parte fundamental del órgano de la vision, puesto que sobre ella se pintan las imágenes de los objetos para que reciba la impresion de los rayos lu



minosos. La retina, constituida por expansion del nervio óptico, reviste la cavidad del globo ocular desde el punto en que á su entrada se forma el abultamiento ó papila del indicado nervio, hasta la circunferencia de los procesos ciliares, en donde termina á manera de feston. El color de esta membrana es de un blanco opalino, semitransparente y de consistencia blanda. En su centro, que corresponde al eje antero-posterior del ojo, y á unos cuatro milímetros del lado exterior de la *papila* del nervio óptico, se percibe una mancha amarilla — *macula*, **limbus luteus* — y una depresion central, — *fovea centralis*, — en cuyos puntos hay mayor sensibilidad para la luz que en los bordes de la retina. En esta membrana se observan, mirando con el microscopio, diferentes capas sobrepuestas, en las cuales la externa, ó membrana de Jacob, corresponde á la coroides, y presenta la apariencia de un empedrado regular, compuesto de pequeños cilindros apretados unos contra otros. El diámetro de estos cilindros ó *bastoncitos* es de unos dos milésimos de milímetro, y hay algunos algo más gruesos llamados *conos*. Los bastoncitos y los conos están distribuidos irregularmente en los diferentes puntos de la retina. En la parte de la misma, correspondiente á la mancha amarilla, la capa llamada nerviosa desaparece casi por completo y las otras se adelgazan extraordinariamente, de manera que en este punto quedan sólo los conos como órganos terminales encargados de recibir la influencia directa de la luz.

A pesar de la complicadísima estructura de la retina, esta membrana puede considerarse como compuesta principalmente de elementos nerviosos y de elementos de naturaleza conjuntiva. Los primeros, expansiones fibrilares del nervio de la vision, constituyen la capa de células nerviosas, con núcleos ó sin ellos, y la capa de conos y bastoncitos, llamada de Jacob, entre los cuales hay siempre materia amorfa y leucocitos. Los segundos, se conocen en

histología con el nombre de fibras radiadas ó de sosten, de Müller.

Los bastoncitos y los conos son verdaderas células nerviosas; unos y otros refractan la luz con mucha fuerza, y todos, despues de la muerte, se alteran con inusitada rapidez.

Los bastoncitos afectan la forma de cilindros, muy prolongados y sumamente estrechos; su extremidad interna va adelgazándose sucesivamente y termina en una fibra nerviosa, primitiva, por la cual se continúa con las capas internas de la retina; al llegar á la capa granulosa externa, dicha prolongacion presenta un abultamiento conoideo representante del cuerpo de célula del bastoncito.

La extremidad externa de este elemento se presenta cortada en direccion transversal y está relacionada con el pigmento coroideo. Cada bastoncito consta de dos partes: una muy delgada y en extremo refringente, conocida con el nombre de *segmento externo*; otra de mayor anchura, corta y granulosa, que se llama *segmento interno*. En el punto de union de ambos segmentos, existe un pequeño cuerpo plano-convexo (*elipsoide bacilar de Krause*). Segun Ritter, existe en el eje del bastoncito una fibra nerviosa primitiva. Analizando microscópicamente el segmento externo y el interno, se ve que están compuestos de pequeños discos transversales.

Los conos retinianos tienen una base apoyada en la membrana limitante externa y una extremidad conocida con el nombre de *bastoncito del cono*, que fácilmente se segmenta en direccion transversal. Tambien, como los bastoncitos, se componen de dos segmentos, pudiéndose decir que el segmento externo es análogo al del bastoncito, si bien generalmente algo más corto, y que el segmento interno es el homólogo del de igual nombre del referido elemento, pero un tanto abultado en forma de cono ó de cuerpo de botella. Cada cono presenta un *gránulo* (gránulo

del cono), y un *filamento cónico*, el cual, atravesando la capa granulosa externa llega á la parte inferior: los filamentos cónicos están formados por fibras nerviosas primitivas. El segmento interno está formado de una sustancia casi homogénea y algo brillante, pero que á veces presenta algunas granulaciones diminutas; se continúa con el gránulo referido que está situado en la capa granulosa externa y que viene á representar el cuerpo de la célula del cono.

La topografía de estos elementos ofrece un grandísimo interes. En la papila del nervio óptico, parte llamada *mancha oscura ó mancha de Mariotte*, faltan por completo, por cuyo motivo toda la región ocupada por esta mancha, es *ciega*.

Al contrario, en la mancha amarilla, existen los conos en número tan considerable, que puede considerarse, lo mismo que las partes inmediatas, como tapizada por los referidos elementos.

A medida que nos vamos separando de la mancha amarilla, observamos que los bastoncitos vienen á reemplazar á los conos, estando, por regla general, interpuestos entre dos conos tres ó cuatro bastoncitos.

Marcus Gunn asegura que tratando la retina humana por el ácido ósmico y por el alcohol, se demuestra la continuidad de conexiones existentes entre el abultamiento terminal interno de las fibras de los conos, y las células de la capa granulosa interna. (*Journ. of. Anat. and Phis*).

Púrpura retiniana ó rojo retiniano. — Optógramas. — Optógrafos.

§ 7.º

En estos últimos tiempos ha llamado poderosamente la atención de los fisiólogos la presencia de una sustancia colorante roja en el *segmento externo* de los bastoncitos, denominada por Boll, que la descubrió en 1876, *púrpura re-*

tiniana ó rojo-óptico. Esta sustancia ha sido objeto en estos últimos tiempos de incesantes investigaciones, y en el día ha adquirido una importancia capital en el estudio de la vision.

Kühne ha verificado varios experimentos para estudiar el rojo retiniano, valiéndose principalmente de retinas de rana y de conejo, colocadas entre dos láminas de cristal y cubiertas en algunos puntos con tiras de papel de estaño, observando que en las porciones cubiertas por este papel metálico, y que de consiguiente no experimentaban la influencia de la luz, el color retiniano persistía y que en cambio desaparecía por completo en los demas puntos que no habían sido resguardados. Despues de haber demostrado de este modo la influencia de la luz en el rojo retiniano, aun ha llegado con sus experimentos á resultados más sorprendentes. En retinas de rana ó de conejo que presentaban la imagen de un objeto cualquiera, consiguió la conservacion de esta imagen, sumergiéndolas en una solucion de alumbre, que tiene la propiedad de conservar el color rojo retiniano, y, de esta manera, la retina tratada por el primer procedimiento — tiras de papel de estaño encima de la lámina de cristal—viene á constituir una prueba fotográfica positiva, por cuyo motivo á esta retina la llama *optógrama*. Tratada por el segundo procedimiento, conservacion del rojo retiniano por la solucion de alumbre, queda fijada la imagen en la retina y viene á ser una *placa sensible*, por cuya razon, á estas imágenes retinianas fotográficas se las conoce con el nombre de *optógrafos*. Despues de los trabajos de Kühne y de otros autores tan respetables como Helfreid, Adler, Fuchs, Schmidt-Rimpler, Ayres, Nettleship, Schenk y Zuckerkandl, Beauregard, etc., se ha asimilado el fenómeno de la vision á un acto químico, supuesto que el rojo retiniano es una sustancia de tal naturaleza, que viene á ser modificada poderosamente por la luz, y como en la retina van á

actuar las ondulaciones luminosas, se sospecha que la modificación química indicada, es el cambio indispensable para que el fenómeno físico, vibración del éter, se transforme en fenómeno fisiológico, corriente nerviosa. La retina en este caso, vendría á ser un *aparato foto-químico*.

Prescindiendo en este momento de la referida hipótesis que en su lugar correspondiente debe ser examinada y discutida, sólo añadiremos que el rojo retiniano, llamado por Kühne *erytropsina* ó *rhodopsina*, no desaparece únicamente bajo la acción de la luz blanca para formarse de nuevo en la oscuridad, sino también por la acción de cualquier rayo del espectro, excepto el amarillo, y que su regeneración en la oscuridad se observa siempre que la retina está relacionada con el epitelio pigmentado, lo cual acontece en el estado normal; pues los segmentos externos de los bastoncitos, están dirigidos hacia la coroides.

En los reptiles y en las aves, el púrpura retiniano sólo se observa con gran dificultad, á consecuencia de unas gotitas de aceite existentes en el ojo de estos animales, que por ser de color producen en el fondo del ojo una coloración especial.

Además del rojo retiniano, Kühne y Ayres han descubierto en la retina, principalmente en las gotitas aceitosas de los conos ópticos, otros pigmentos que no se alteran por la influencia de la luz, y cuyos usos no son todavía conocidos, por más que sean presumibles, según veremos más adelante.

Humores del ojo.—Las diferentes membranas que hemos descrito encierran en su interior los humores del ojo, que son, por su orden de colocación de adelante atrás, el humor acuoso, el cristalino y el vítreo.

El *humor acuoso* es un líquido algo más denso que el agua destilada, transparente, albuminoso, ligeramente alcalino, que ocupa el espacio comprendido entre la córnea transparente y el iris, ó sea la cámara anterior del ojo. Ge-

neralmente se cree que este humor ocupa tambien la cámara posterior, es decir, el espacio de menos de un milímetro, que se supone existir entre el iris y el cristalino; pero, al parecer, el borde pupilar del iris se aplica inmediatamente sobre la cápsula del cristalino, puesto que no proyecta ninguna sombra detras de sí, y de consiguiente ese espacio no existe. La membrana de Descemet ó de Demours segrega, segun algunos, el humor acuoso, pero otros atribuyen esta secrecion á los procesos ciliares.

El *cristalino* es un cuerpo transparente, situado inmediatamente detras de la pupila; tiene la figura de una lente bi-convexa, cuya corvadura posterior es mayor que la anterior; se halla contenido en una cápsula que se amolda sobre la lente sin adherirse á ella y está compuesto de hojillas concéntricas, duras en el interior y cuya consistencia va disminuyendo hácia la superficie hasta ser en este punto blandas y fáciles de desprender. El cristalino está engastado por su borde en la zona de Zinn, á la que se adhiere su cápsula, y el eje de esta lente corresponde al centro de la pupila.

El *vítreo* es un humor albuminoso, transparente, contenido en una cubierta llamada *membrana hialóides*: ocupa los cuatro quintos posteriores de la cavidad del globo del ojo; llena la concavidad de la retina, á la que se aplica exactamente en toda su extension, y se amolda por delante á la cara posterior del cristalino. Al llegar la hialoides detras de los procesos ciliares, se replega y se une á la zona de Zinn abrazando el borde del cristalino, al rededor del cual forma el *conducto abollonado de Petit*.

Partes protectoras del ojo. — Las partes protectoras del globo del ojo, como los párpados, las cejas, etc. desempeñan funciones menos importantes en el mecanismo de la vision, y podemos prescindir de su estudio, exceptuando el aparato secretorio y excretorio de las lágrimas, acerca del cual haremos algunas ligerísimas indicaciones.

El *aparato lagrimal* se compone: primero, de la *glándula lagrimal*, situada en una fosita que se halla en la parte externa y anterior de la bóveda orbitaria, prolongándose hasta el párpado superior, donde forma una capa granulosa; segundo, de los *conductos vectores*, que vierten

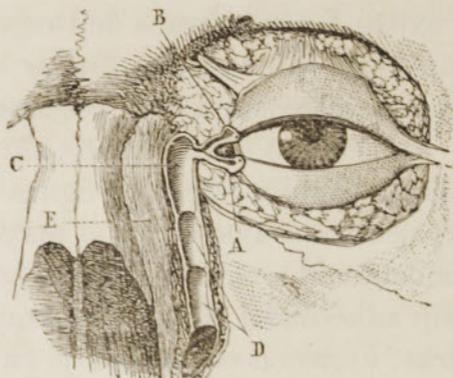


Fig. 14.— A, B, puntos y conductos lagrimales.— C, saco lagrimal.— D, conducto nasal.— E, apófisis ascendente del maxilar superior.

las lágrimas en la superficie de la conjuntiva por ocho ó diez orificios diferentes; tercero, de los *conductos lagrimales*, destinados á recoger las lágrimas despues que han bañado la superficie anterior del ojo. Estos conductos tienen origen en los *puntos lagrimales*, cerca de la comisura interna de los párpados, por entre cuyas paredes se dirigen, tanto el superior como el inferior, hasta desembocar por medio de orificios separados en el saco lagrimal; cuarto, del *saco lagrimal*, destinado á dirigir las lágrimas al *conducto nasal* que desemboca en las fosas nasales, donde ofrece un repliegue valvular en su orificio inferior.

El humor segregado por las glándulas lagrimales puede ser considerado como un líquido mucoso, muy cargado de agua, límpido, incoloro, inodoro, alcalino y algo salado. Contiene cerca de 99 por 100 de agua, cloruro de sódio, fosfatos de sosa y de cal, vestigios de algunas otras sales y cortas cantidades de mucina y albúmina. Las lá-

grimas derramadas en la superficie de la conjuntiva lubrican el globo ocular; conservan su humedad, contribuyendo probablemente á la transparencia de la córnea, y hacen más fáciles los movimientos de los párpados. En circunstancias normales se evaporan casi en la misma proporción en que se segregan, por hallarse en contacto con el aire, y sólo una corta cantidad se dirige á las fosas nasales. Hay, sin embargo, algunos casos en que, á consecuencia de emociones morales ó de irritaciones de la conjuntiva y de la retina, se aumenta considerablemente su secreción, y no bastando los conductos lagrimales para darlas salida, se vierten al exterior resbalando por las mejillas.

Conocidas ya las principales modificaciones que la luz experimenta al atravesar los medios transparentes, y habiendo dado una sucinta idea de las partes constitutivas del aparato de la vision, veamos ahora de qué manera se forman las imágenes en el interior del ojo.

CAPÍTULO III.

Marcha de los rayos luminosos en el ojo.

§ 8.º

Para seguir hasta la retina la marcha de los rayos luminosos es preciso conocer: primero, los medios refringentes que atraviesan al penetrar en el ojo y el orden segun el cual los atraviesan; segundo, los índices de refracción de todos estos medios; tercero, la forma de todas las superficies refringentes, y cuarto, las distancias que hay de las unas á las otras y á la de proyección ó sea á la retina.

Los medios refringentes que atraviesa la luz, son: la córnea, el humor acuoso, la pared anterior de la cápsula

del cristalino, el cristalino, la pared posterior de su capsula y el cuerpo vítreo; pero si tenemos en cuenta que la córnea es una membrana de caras paralelas, á la cual limita por delante el líquido lagrimal y por detras el humor acuoso; que el poder de refraccion de estos dos líquidos es, con corta diferencia igual, y de consiguiente, que esta membrana no influye en el rayo luminoso á no ser desviándolo un poco paralelamente á sí mismo, podemos prescindir de la córnea como sí el humor acuoso se extendiera hasta su superficie anterior. Por otra parte, como el cristalino y su cápsula tienen casi igual fuerza de refraccion, podemos tambien considerarlos como si fueran un solo cuerpo. Así, pues, los medios refringentes atravesados por la luz al penetrar en el ojo, son: el humor acuoso, el cristalino y el vítreo.

Con respecto á los índices de refraccion, las observaciones de Chossat y de Brewster dan los siguientes resultados:

	Chossat.	Brewster.
Aire.....	1'00	1'00
Córnea.....	1'33	»
Humor acuoso.....	1'33	1'33
Cápsula del cristalino.....	1'35	»
Capa exterior del cristalino.....	1'33	1'37
Capa media del cristalino....	1'39	1'37
Núcleo.....	1'42	1'39
Cuerpo vítreo.....	1'33	1'33
Cristalino en su totalidad.....	»	1'38

Y como segun estos datos, de acuerdo con los obtenidos por Listing y otros fisiólogos, los índices de refraccion de la córnea, del humor acuoso y del cuerpo vítreo son casi iguales, pueden considerarse estos tres cuerpos como si fueran un solo medio homogéneo, dentro del cual se halla el cristalino, conservando la accion convergente que le es propia, por hallarse entre sustancias igualmente refringentes.