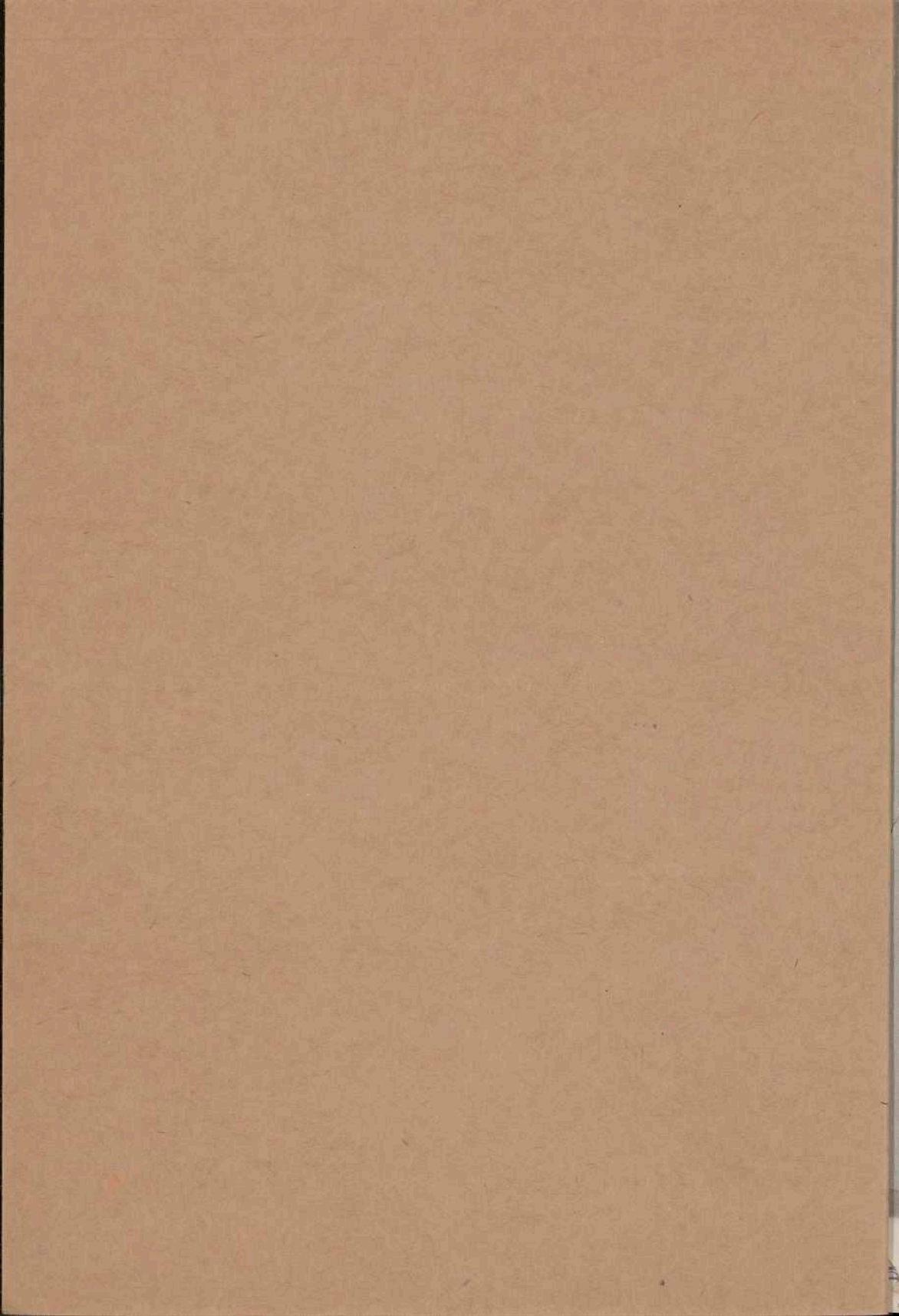


FA 02629

41071312





53

APARATO

PARA EL

ESTUDIO GEOMÉTRICO DE LA REFLEXION

Y

DE LA REFRACCION

INVENTADO POR

D. C. T. Escriche y Mieg,

CATEDRÁTICO EN EL INSTITUTO DE GUADALAJARA.



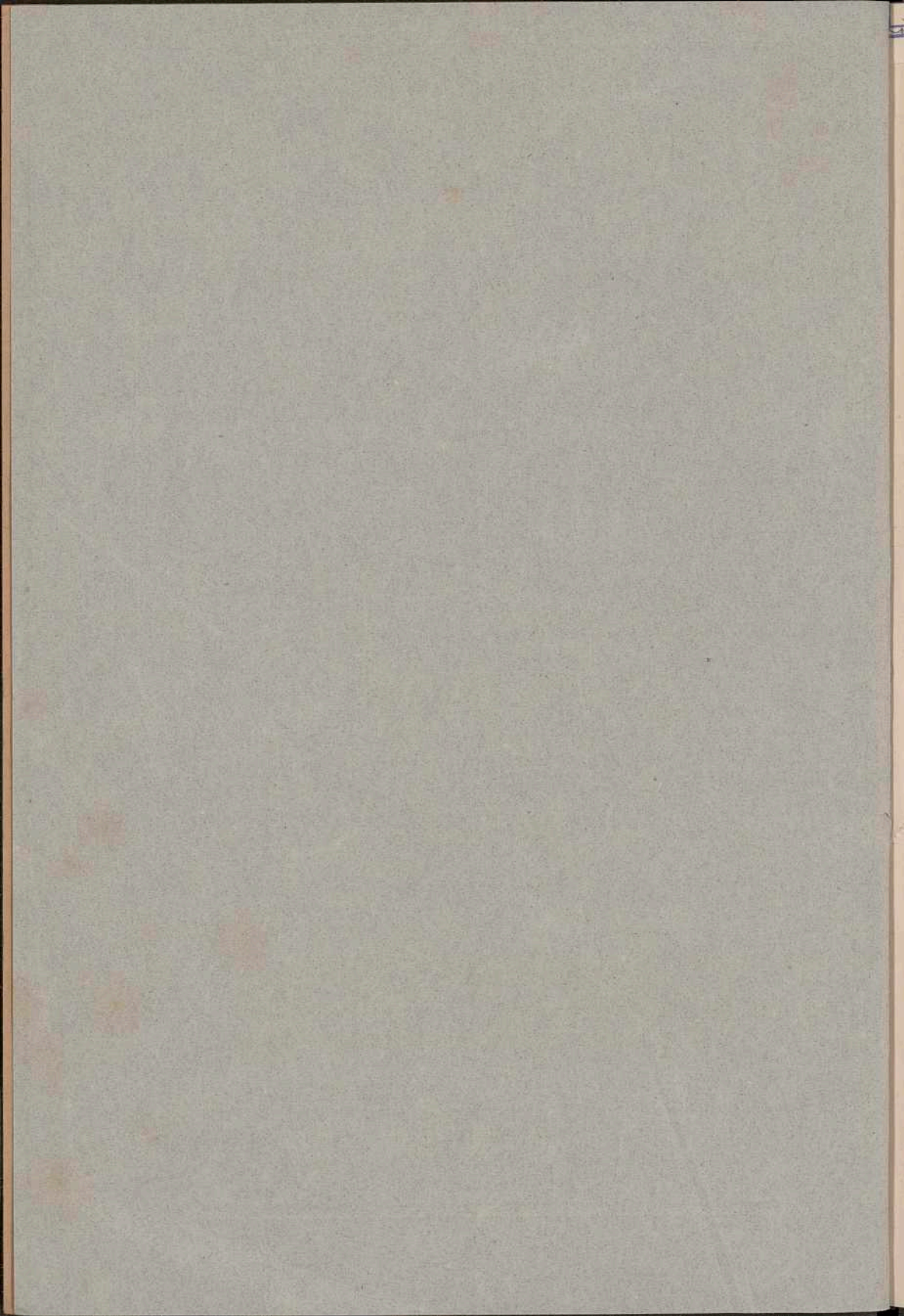
BARCELONA

ADMINISTRACION Y REDACCION DE LA «CRÓNICA CIENTÍFICA»

CALLE DE FONTANELLA, NÚMERO 28.

1882.







# APARATO

PARA EL

## ESTUDIO GEOMÉTRICO DE LA REFLEXION Y DE LA REFRACCION.

Hay en la Física un gran número de fenómenos difíciles de explicar con la suficiente claridad á un auditorio jóven y poco dispuesto á hacer esfuerzos de atencion. Sea que los aparatos destinados á la demostracion de sus leyes son de tal naturaleza que no pueden, sin gran pérdida de tiempo, hacerse funcionar delante de los discípulos, sea que los más interesantes detalles de la experimentacion pasan necesariamente desapercibidos para la mayoría, cuando el número de alumnos es considerable, lo cierto es que el profesor celoso se ve á cada momento obligado á acompañar sus explicaciones orales de un crecidísimo número de dibujos hechos en el encerado á medida que lo va exigiendo su palabra.

Si esta práctica no ofreciese más inconveniente que la molestia del catedrático, ninguno quizá de los que componen el profesorado español se excusaria de hacerlo. Pero es lo cierto que en ocasiones, cuando hay que representar sucesivamente las distintas fases de un fenómeno que en la naturaleza se verifica rápidamente, es tal el número de veces que hay que borrar y trazar nuevas líneas, que la explicacion languidece por necesidad, y cuando llega la hora de salida no se ha terminado la leccion, aun suponiendo al profesor suficientemente hábil y ejercitado en la práctica del dibujo.

Estas consideraciones son más que suficientes para hacer comprender por qué la mayoría de los catedráticos de Física de nuestros Institutos, en semejantes casos, se limitan, y no pueden menos de hacerlo así, á exponer los hechos oralmente desde su sillón, con evidente perjuicio de una parte de los discípulos, cuya atencion sólo se fija en lo que ven practicado ó por lo menos dibujado. Y si no se conforma alguno con este resultado, se ve en la imprescindible necesidad muchas veces de aumentar el tiempo de las clases, ó de dar lecciones dobles una parte del curso, como frecuentemente ocurre al que escribe estas líneas.

A remediar este inconveniente se dirigen hace tiempo mis se-

R. 518.69

~~RECIBO~~





fuerzos, y son ya muchos los aparatitos que al efecto he imaginado, si bien son pocos los que he tenido ocasion de construir hasta la fecha. El que voy á describir en estas breves páginas, será pronto fabricado en grande escala.

No es, en verdad, la óptica geométrica la parte de la Física ménos asequible á los discípulos, antes por el contrario, es un estudio relativamente fácil para ellos, y sin embargo presenta para los jóvenes, por naturaleza distraídos, cuya atencion tenemos el deber de fijar por cuantos medios estén á nuestro alcance, algunas dificultades nacidas de las malas condiciones en que se hallan nuestros gabinetes y cátedras de Física, en que por lo general es imposible constituir una cámara oscura, indispensable para numerosos experimentos de luz. El sencillo aparato de Silbermann, por ejemplo, tan útil y de tan fácil manejo para el estudio de la reflexion y de la refraccion, es en la mayor parte de nuestros Institutos uno de tantos instrumentos que el alumno conoce, pero que no ve funcionar, porque faltan condiciones locales á propósito, y este es uno de los casos en que el encerado tiene que suplir la experimentacion. Pero al explicar sobre todo la refraccion, hay necesariamente que variar las incidencias para que, cambiando á la vez los senos, vea claramente el discípulo que la razon de éstos no se altera entre dos sustancias dadas, pero es diferente para otras, si bien se conserva independiente de las incidencias. Cosa análoga ocurre con la teoría del ángulo limite y reflexion total. La multiplicidad de líneas y el embrollo que resulta si no se trazan con cuidado ó si se borran mal, contribuye no poco á cansar al discípulo, y aleja á veces su atencion. El aparato que voy á describir evita por completo estos inconvenientes, y permite al catedrático exponer rápidamente y con entera claridad todo lo que hace referencia á los principios fundamentales de la reflexion y de la refraccion. Es además un instrumento útil para el estudio privado y la resolucion de problemas, porque da mecánicamente los valores de los senos de los ángulos de refraccion para cualquier sustancia cuyo índice sea conocido.

### I. TEORÍA DEL APARATO.

Dos partes debe comprender el presente estudio, puesto que se refiere á un instrumento doble: lo concerniente á la reflexion, y lo que atañe á la refraccion.

1.º Sean  $IC O$  y  $RC O$ , fig. 1.ª, los ángulos de incidencia y de reflexion iguales, que forman los rayos incidente y reflejado  $IC$  y  $CR$  con la normal  $CO$  á la superficie reflectante  $MN$  en el



punto de incidencia C. Si por los puntos I y R trazamos paralelas á las rectas iguales CR y CI, resultará un rombo, cuyo vértice O caerá precisamente en la normal CO, bisectriz del ángulo ICR, porque la bisectriz de un ángulo de un rombo es diagonal de éste.

Ahora, si variamos el ángulo de incidencia, dando al rayo incidente la posición I'C, cuidando á la vez de que no salga de la bisectriz CO el vértice O, éste vendrá á parar al punto O', y el rayo reflejado CR' formará necesariamente con la mencionada bisectriz, que es la normal, un ángulo R'CO = I'CO, puesto que la diagonal CO' no puede dejar de ser bisectriz del ángulo I'CR'.

Se ve, pues, que obligado el vértice O á no salirse de la normal CO, los ángulos de incidencia y de reflexión no pueden menos de ser iguales en todas las inclinaciones.

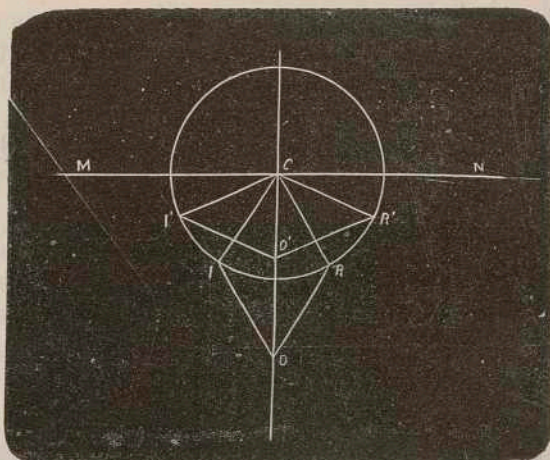


Fig. 1.<sup>a</sup>

2.º Sean ACR = BCQ y DCQ, fig. 2.<sup>a</sup>, los ángulos de incidencia y refracción formados por un rayo incidente AC y su correspondiente refractado CD, al atravesar la superficie de separación MN de dos sustancias. Los correspondientes senos serán AE = BF y DG. Será, según la definición de índice de refracción:

$$\frac{BF}{DG} = n \dots \dots [A]$$

Si por el punto B trazamos una paralela á CQ y prolongamos la CD, estas dos rectas se encontrarán en el punto H y será

$$HI = BF \dots \dots [B]$$

De las igualdades [A] y [B] resulta

$$\frac{H I}{D G} = n \dots [C]$$

Pero tenemos tambien por semejanza de triángulos

$$\frac{H I}{D G} = \frac{C H}{C D} \dots [D]$$

Luego será tambien

$$\frac{C H}{C D} = n \dots$$

Ahora bien, si variamos el ángulo de incidencia dando á C B la posición C B', y conservando á la recta B H su paralelismo, ésta vendrá á ocupar la posición B'H'. Si á la vez hacemos recorrer á C H (de longitud invariable) el arco H H', observaremos que la razon de los nuevos senos será

$$\frac{B'F' = H'I'}{D'G'} = \frac{C'H' = C'H}{C'D' = C'D} = n,$$

es decir, que la razon de los senos de los nuevos ángulos de incidencia y de refraccion, continúa siendo igual al índice de refraccion.

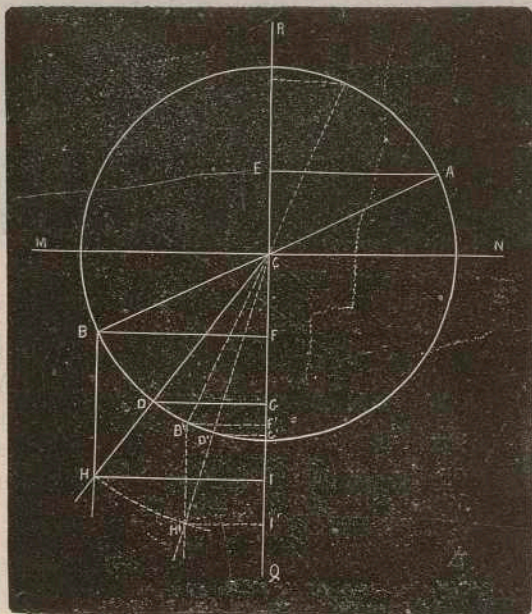


Fig. 2.<sup>a</sup>

Resulta de lo anteriormente expuesto que, siendo C D igual á la unidad, C H tiene que ser igual al índice de refraccion  $n$ ; y que



variando por lo tanto la longitud  $CH$ , en la proporción de los índices de las diferentes sustancias, se conservará, para cada una de ellas, la relación de los senos en todas las incidencias.

Nótese de paso que la  $BH$  cambia de longitud, siendo su valor mínimo igual á  $n - 1$  (siendo  $n$  el índice de refracción, se entiende), y su valor máximo igual á la cotangente del ángulo límite.

## II. DESCRIPCIÓN DEL APARATO.

Parece á primera vista que hubiera sido lo mejor construir dos aparatos diferentes, fundados en cada uno de los principios arriba demostrados. Pero como al explicar la refracción total y el ángulo límite, el rayo que debiera ser emergente es reflejado, convirtiéndose la refracción en reflexión, se hace preciso combinar en un solo aparato los dos, que indudablemente y de un modo más sencillo hubieran podido formarse.

Hé ahí lo que he conseguido hacer con un éxito muy satisfactorio. Mas al hacer la descripción del aparato es conveniente, para más claridad, considerar al principio lo referente á la igualdad de los ángulos de incidencia y reflexión separadamente de lo que corresponde á la relación de los senos, para la refracción; y una vez comprendido cómo puede realizarse prácticamente lo que en teoría se ha considerado antes, será fácil hacerse cargo de cómo en un solo aparato pueden reunirse las dos cosas.

En un gran cuadro vertical, fig. 3.<sup>a</sup>, se halla fijo el vértice  $V$  del rombo articulado  $VB$ , cuyo vértice opuesto  $B$  ha de moverse

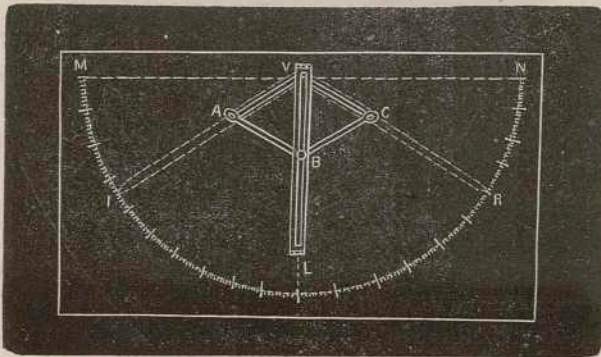


Fig. 3.<sup>a</sup>

sin salir de la normal  $VL$  á la superficie  $MN$  de separación de los dos medios. Al efecto hay una lámina metálica  $VL$  con una ranura por la cual se introduce la clavija corrediza del vértice, que termina en un botón  $B$ . La lámina  $VL$  está fija en sus extremos



con tornillos á la chapa metálica que constituye el cuadro. Está claro que, subiendo ó bajando el boton B á lo largo de la ranura V L, los lados V A y V C del rombo se separarán siempre igualmente de la normal, y podrán considerarse como rayos incidente y reflejado.

En esta forma el aparato ofrecería el inconveniente de que, á la vez que los rayos de incidencia y de reflexion, estarian á la vista y distraerian la atencion del discípulo todos los demás detalles del mecanismo. Para evitarlo, y que sólo queden visibles dos varillas que representen los dos rayos, la clavija del vértice V es doble, consistiendo en un tubito soldado á la varilla V A, y un eje macizo un poco más largo, fijo á la V C, y que pasa por el interior del tubo que sirve de eje á la primera. Este doble eje atraviesa la chapa del cuadro, y sale un poco por la superficie opuesta, exactamente del mismo modo que el eje tambien doble que sostiene las manecillas de un reloj.

En la otra parte del cuadro, es decir, en la delantera, hay dos manecillas V I y V R, paralelas á las varillas V A y V C de la parte posterior, que es la visible en la figura: estas manecillas, que representan los rayos incidente y reflejado, se fijan á presion la una en la parte saliente del eje tubular, como el horario de un reloj, y la otra en la extremidad aun más saliente del pequeño árbol macizo, lo mismo que el minuterio de los relojes. En la figura aparecen punteadas estas varillas, para significar que se hallan á la otra parte del dibujo. Por esta misma razon está punteada la recta M N, que representa la superficie de separacion, y el círculo graduado que, con las varillas V I y V R, es lo único visible para el discípulo.

No ofrece más complicacion la disposicion mecánica destinada á conservar la relacion de los senos, en el caso de la refraccion. La única dificultad se reduce á disponer las cosas de modo que la recta B H de la figura 2.<sup>a</sup>, se mantenga siempre paralela á sí misma.

Para conseguirlo, se articula en el punto B, fig. 4.<sup>a</sup>, correspondiente al designado con la misma letra en la figura 2.<sup>a</sup>, una lámina A B, provista de una ranura longitudinal, articulada á su vez por su extremo A, con una varilla A D igual y paralela á B C, varilla cuyo extremo D está sujeto por medio de un pasador clavado en la lámina del cuadro. Hallándose fijos los puntos C y D en una misma vertical, el lado C D que podemos imaginar para completar el paralelógramo A B C D, es fijo y siempre vertical. Luego su opuesto A B se mantendrá constantemente vertical tambien.

A lo largo de la regla C R, que está dividida en unidades lon-



gitudinales, hay una pieza corrediza provista de su nonio N. Un tornillo T, que penetra por la parte superior, sirve para oprimir una chapita interior, y fijar la corredera sobre la regla en la posición que se desea y señala el nonio. En la parte inferior lleva la susodicha corredera una espigueta que se introduce y puede resbalar en la ranura de la lámina A B. Cuando se quiera que esta espigueta salga de la ranura, no hay más que tirar hácia afuera del tornillo T. Se comprende que, introduciendo la espiga corrediza en la ranura dicha, el movimiento de la varilla C B y de la regla C R se verificará exactamente como se ha deducido teóricamente en la figura 2.<sup>a</sup>

Por lo que hace á la division de la regla, diré sólo que es suficiente que empiece en el punto E, señalado 1, siendo  $C E = C B$ , porque siendo todos los índices mayores que la unidad, nunca habrá que fijar la corredera más atrás. Tomando  $E F = E C$ , y dividiendo la distancia de E á F en 100 partes iguales, que se prolongarán un poco más allá de F, en cuyo punto estará el 2, tendremos hecha la escala, que, con auxilio del nonio, nos permitirá tomar los índices hasta las milésimas.

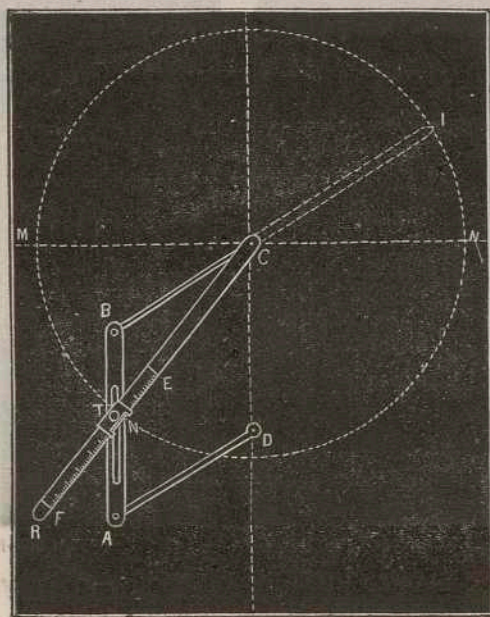


Fig. 4.<sup>a</sup>.

Para ocultar al discípulo todo el mecanismo que pudiera distraerle, la varilla CB lleva soldada en C una espigueta anular, por la que pasa otra maciza soldada en el mismo extremo C de la re-





gla C R. A las extremidades salientes de estos pequeños árboles se fijan á presión, por el otro lado de la tabla, dos varillitas, de las que sólo es visible la C I en la prolongacion de C B, porque la otra está detrás de C R, á la que es paralela.

Para comprender ahora cómo estos dos aparatos se combinan para formar uno solo, ténganse á la vista las figuras 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>, que le representan visto por el anverso y el reverso. Pocas palabras serán suficientes para hacerse cargo de la disposicion del aparato, tal y como ha sido construido.

Fija en el contorno interior de un cuadro de madera, figuras 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>, de 80 centímetros de alto por 58 de ancho, se halla una lámina de zinc grueso <sup>1</sup>, atravesada en su punto C por tres ejes ó árboles concéntricos, dos de ellos tubulares, y macizo el interior. Al eje tubular exterior se hallan unidas la varilla I C que representa el rayo incidente en la parte anterior, y la B C situada en su prolongacion, por la parte posterior, y destinada á poner aquella en movimiento; el rayo refractado F C, y por detrás la regla dividida R C, con su nonio, se fijan al eje tubular intermedio:

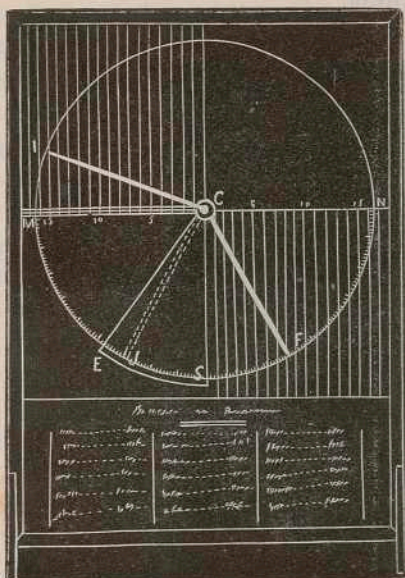


Fig. 5.<sup>a</sup>—Anverso.

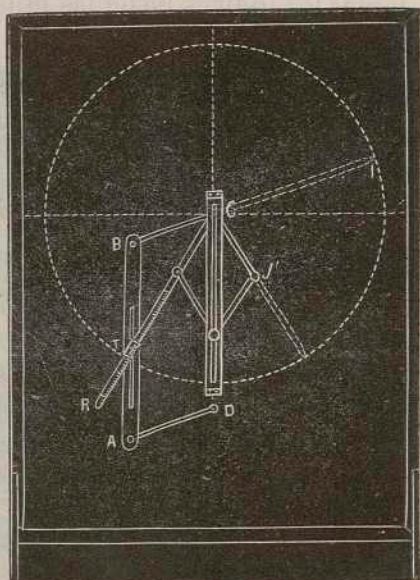


Fig. 6.<sup>a</sup>—Reverso.

y por último el macizo lleva la manecilla del rayo reflejado J C, por detrás J' C, cuya última varilla, con una parte de la regla R C, forma el rombo de la figura 3.<sup>a</sup>, siendo A B C D el paralelógramo de la figura 4.<sup>a</sup>

Se ve que los tres rayos marchan simultáneamente; pero cuando se quiere estudiar por separado la reflexion ó la refrac-

<sup>1</sup> Esta lámina puede hacerse de madera, de carton-piedra, etc.



cion, se quita uno de ellos, el que no se necesite <sup>1</sup>, y en el caso de la reflexion, se tira además del tornillo T hacia afuera, para que la espiguita salga de la ranura de la varilla A B, y quede sin accion el paralelogramo articulado, que sólo está destinado á la refraccion.

Cuando se explica la teoría del ángulo límite y reflexion total, se necesitan al principio solamente los rayos F C (entonces incidente) é I C refractado. Para que no se vea el J C, que necesariamente marcha con el F C, hay sobrepuesta, para ocultarle, una pantalla en forma de sector S E C, cuyo ángulo S C E puede variarse, y en cada caso se hace igual al ángulo límite de la sustancia con la que se supone se hace el experimento. Cuando el rayo F C forma con la normal C S este ángulo límite, el rayo I C queda oculto detrás de un listoncito C M. Tirando entonces del tornillo T, para abandonar el paralelogramo, se sigue aumentando el ángulo F C S; y como el rayo J C ha llegado á la posicion E C cuando el F C llegó á valer el ángulo límite, es decir, cuando no pudo haber ya emergencia y desapareció el rayo I C, en el mismo momento se presenta por reflexion total el J C ya fuera del sector.

El valor de los senos se lee á favor de las verticales paralelas en el diámetro M N, que nos da numerados los cosenos de los ángulos complementarios.

Con objeto de disimular á la vista la pantalla S E C, y que los rayos y divisiones destaquen bien, todo el fondo está pintado de negro mate, y de blanco los rayos, las divisiones y los números.

En la parte inferior del cuadro hay una tabla con los índices de refraccion de las principales sustancias, con objeto de que, sin necesidad de acudir á los libros, pueda fijarse el nonio en la division que corresponda segun la sustancia á que deba referirse el estudio.

Por último, el marco se halla sostenido en posicion vertical por medio de dos peanas fijas en su parte inferior, y cortadas de modo que, á la vez que un buen aspecto artístico, ofrecen suficiente solidez á todo el aparato.

La sencillez del instrumento que acabo de describir excusa toda explicacion sobre la manera de servirse de él.

<sup>1</sup> Las manecillas pueden estar soldadas á sus respectivos ejes, en cuyo caso en vez de quitar la que no haga falta, se la deja oculta; pues tanto la I C como la J C, pueden hacerse desaparecer á la vista, como á continuacion se dice.



# PRIORIDAD DE INVENCION

## NOTA CONTESTANDO A UNA RECLAMACION DE M. GARIEL.

El aparato que precede ha dado lugar á una reclamacion de prioridad por parte de M. Gariel, Ingeniero de Puentes y Calzadas, y profesor agregado á la Facultad de Medicina de París. Este señor ha hecho llegar á mis manos un folleto en que se expone un instrumento fundado en el mismo principio que el mio, y á la vez dirige al Sr. Roig y Torres, Director de la CRÓNICA CIENTÍFICA, en que con fecha 10 de Junio próximo pasado fué publicado mi invento, una carta en la que le ruega se sirva hacer constar el hecho de que ya en 1874, indicé él las disposiciones descritas en mi artículo, como puede verse en las actas del Congreso de la *Asociacion francesa*, celebrado aquel año en Lila, en el *Journal de Physique*, en *La Nature* del 2 de octubre de 1880, etc. Añade que tales aparatos fueron construidos y funcionan de un modo regular en la Facultad de Medicina de París, en la Clínica oftalmológica del *Hôtel Dieu*, en la Escuela de Monge, etc.

No es el presente uno de esos casos dudosos en que dos individuos se disputan la prioridad de un invento; ésta pertenece evidentemente á M. Gariel, que dió á conocer su idea algunos años antes de que yo dirigiese en ese sentido mis trabajos de invencion. Lo que á mi vez quiero que conste es que yo no tenia conocimiento alguno de los trabajos del profesor francés, lo que estoy seguro de que no pondrá en duda ninguno que tenga noticia de los numerosos, aunque modestos, aparatos de mi invencion, que sin reclamacion alguna he dado á conocer en España y en el extranjero. Es además notorio que el no crecido número de profesores que en este país nos consagramos á estudios de investigacion, lo hacemos con una vocacion que excluye toda mira ajena á los intereses de la ciencia y la enseñanza; y rara vez ocurrirá que un español pretenda hacer pasar por suya la invencion debida á otro. Nos basta reconocer la utilidad de una cosa nueva para recibirla con entusiasmo, y nos importa poco su procedencia.

Por otra parte, es bien sabido por todos los que se dedican á trabajos originales, que en las ciencias físicas son muy frecuentes los casos de *reinvention*; ni puede ser de otro modo, dado lo concreto y determinado en los asuntos sobre que versan las investigaciones, y lo difícil de estar al corriente de todos los descubrimientos en una época de tal actividad científica. No faltarán acaso algunos que, al leer estas líneas, recuerden haber tenido ideas que luego supieron habian sido concebidas y llevadas á la práctica con anterioridad; y por lo que á mí toca, puedo asegurar que son ya varios los casos en que he dejado de publicar aparatos de invencion absolutamente mia, por haber sabido, á veces despues de construidos, que, con ligeras modificaciones, eran ya conocidos como invencion de otros.

Concretándome ahora al caso particular que motiva estas líneas, debo manifestar, que M. Gariel ha desarrollado parte del programa que yo me proponía. Creia yo ser el primero en señalar la conveniencia de sustituir los múl-



tiples y enojosos trazados del encerado por esquemas de piezas móviles, que á la vez que hiciesen comprender los hechos con más claridad, ahorraran mucho tiempo; he visto con gusto que el distinguido ingeniero y profesor francés había anticipado, hace años, una opinion análoga, al decir: «Ces appareils de démonstration, construits sur une assez grande échelle, remplaceront avantageusement, pensons-nous, à cause de leur mobilité, les figures tracées sur le tableau noir». Proponíame construir para los espejos esféricos, los prismas y las lentes, aparatos análogos al que ha dado lugar á la reclamacion de M. Gariel, y acabo de ver que este señor los ha realizado; más como quiera que mis trabajos sobre la invencion de esquemas móviles destinados á facilitar la exposicion en cátedra, no se limitan á la óptica, y puesto que mi propósito es generalizar un sistema que creo ventajoso á la enseñanza, estimaria que M. Gariel se sirviese darme á conocer todos los aparatos esquemáticos que con el mismo objeto haya podido imaginar y construir. Yo mismo procuraria generalizarlos en España, donde seguramente son poco conocidos, y aprovecharia en otros trabajos el tiempo que en su reinvencion habria de invertir.

Indica M. Gariel en el mencionado folleto, su propósito de representar por análogos procedimientos la marcha de los rayos en la doble refraccion, si bien no había llegado á una solucion completa (en 1874), aunque creia hallarse ya en vías de obtenerla. El mismo problema me he propuesto yo tambien hace más de dos años, aunque sin éxito alguno hasta la fecha, ni aun sospecha de hallarme en vías de conseguirlo. El aparato que yo buscaba había de formar parte de una coleccion de modelos en relieve para el estudio de la polarizacion y doble refraccion, fenómenos que no pueden separarse, y para cuya explicacion he construido modelos que suplen por su número la falta de movilidad de sus piezas. Si desde 1874 hasta la fecha M. Gariel ha conseguido algun resultado, le agradeceria mucho me lo participase, pues en hacer asequibles á los jóvenes discípulos esos fenómenos difíciles es en lo que debe poner su mayor empeño el profesor celoso por el progreso de la enseñanza.

Debo manifestar para concluir, que no creo que M. Gariel se dé por deservido en lo más mínimo porque yo continúe construyendo en España el aparato que publiqué el 10 de junio último en la CRÓNICA CIENTÍFICA, porque, si bien el principio es el mismo que el del suyo, considero más ventajoso la forma adoptada por mí, transmitiendo los movimientos por medio de ejes tubulares á la cara opuesta de una plancha, en que el alumno ve sólo funcionar los rayos luminosos, con arreglo á las leyes de la óptica que se trata de hacerle comprender, sin que le preocupe, ni distraiga su atencion, la disposicion mecánica que produce el efecto, la que siendo de todo punto extraña á la cuestion de que se trata, no le importa lo más mínimo conocer, y contribuiria á embrollar sus ideas. Además, la reunion de lo referente á la reflexion y á la refraccion, formando un solo aparato, ofrece ventajas prácticas, especialmente en la exposicion de la teoria del ángulo límite y de la reflexion total, que permite seguir sin la menor interrupcion, como suele hacerse en las cátedras de Física.

Por último, la circunstancia de acomodarse mi aparato á todos los índices de refraccion, lo que le hace apropiado para la resolucion de problemas, unida á otros detalles de ménos entidad, pero que no le son comunes con el del profesor francés, todo ello en definitiva viene á constituir, con una misma idea primordial, dos aparatos diferentes.

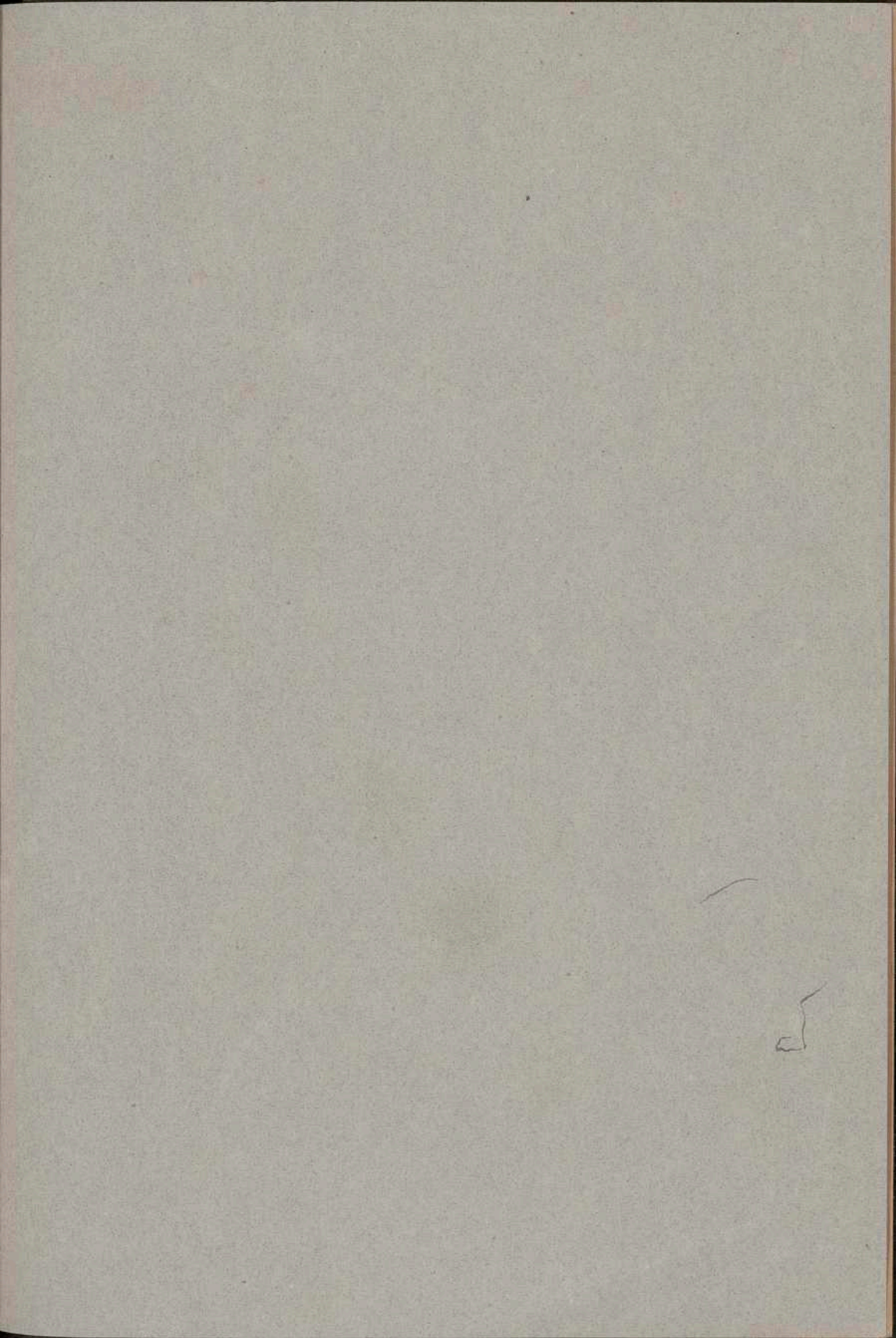
~~~~~



En los días de la guerra del mundo, los estadísticos de la época se maravillaban de que se
 pudiera encontrar un solo estadístico que no hubiera sido un estadístico de guerra. En
 aquellos días, los estadísticos de guerra eran los que se ocupaban de los estadísticos de
 guerra. En aquellos días, los estadísticos de guerra eran los que se ocupaban de los
 estadísticos de guerra. En aquellos días, los estadísticos de guerra eran los que se
 ocupaban de los estadísticos de guerra. En aquellos días, los estadísticos de guerra
 eran los que se ocupaban de los estadísticos de guerra. En aquellos días, los
 estadísticos de guerra eran los que se ocupaban de los estadísticos de guerra. En
 aquellos días, los estadísticos de guerra eran los que se ocupaban de los estadísticos
 de guerra. En aquellos días, los estadísticos de guerra eran los que se ocupaban de
 los estadísticos de guerra. En aquellos días, los estadísticos de guerra eran los que
 se ocupaban de los estadísticos de guerra. En aquellos días, los estadísticos de
 guerra eran los que se ocupaban de los estadísticos de guerra. En aquellos días,
 los estadísticos de guerra eran los que se ocupaban de los estadísticos de guerra.











1882





