

EUG. — Me acuerdo tambien , y eran bien vivos.

TEOD. — Reparad ahora, que cuando el prisma llega á volverse de modo que el rayo pintado en el suelo falte, porque reflecte hácia dentro del prisma, no falta todo el rayo de repente; primeramente falta el rayo violado, luego el azul, despues el verde, sigue el amarillo, en fin, el último que falta es el encarnado. Esta misma esperiencia hecha de otro modo es mas segura, pero mas dificil. Recíbense los colores del prisma en una tabla como esta *pq*, que está pintada en esta (Fig. 27). En la tabla hay un

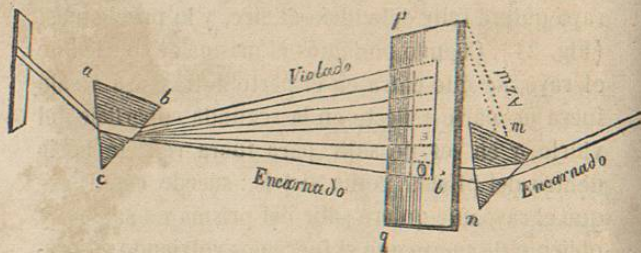


Fig. 27.

agujerillo *i*: revolviendo, pues, nosotros el prisma *abc* sobre sus ejes, van bajando los colores por la tabla, de suerte que ya uno, ya otro color pasa por el agujero *i*. Supuesto esto, detras de la tabla se pone otro prisma *mn*, y se pone de manera que el rayo que pasa por el agujero *i* entre en el prisma, y Hegue oblicuamente á su segunda superficie. Sucede entonces que á veces el rayo encarnado sale del

segundo prisma, y el verde ya no sale, pero reflecte hácia dentro de él: otras veces sale tambien el verde, mas no el azul, conforme á la postura del segundo prisma; de suerte que se halla postura en que unos rayos le traspasan, otros no, pero reflecten dentro de él. Y para que no se atribuya esto á temblar el segundo prisma se pone fijo; y revolviéndose el primero, hacemos que ya caiga en el agujero el color encarnado, y pasa el prisma, ya el azul y no le pasa; de donde se infiere que los rayos encarnados no reflecten dentro del prisma tan fácilmente como los verdes, ni estos tanto como los azules. Mas cuando llegan á reflectir siempre hacen el mismo ángulo que hizo el rayo que cayó en esa superficie donde reflecten. Pero vamos á tratar de la refraccion de la luz, y entonces tal vez entenderéis esto mejor.

SILV. — Estas doctrinas mutuamente se dan luz unas á otras.

§ V.

Trátase de la Dióptrica ó sea de la refraccion; esplicase esta por ambos á dos sistemas.

TEOD. — Hemos dicho que hay cuerpos capaces de dar paso á la luz al traves de su sustancia, y que estos se llaman *transparentes* ó *diáfanos*, que significa lo mismo. El aire, el cristal, el agua son de esta clase; pues bien, veis que dejan pasar la luz. En óptica se llaman estos cuerpos *medios*, porque en

medio de ellos pasa la luz. Nosotros no recibimos, en general la luz sino al traves de un medio que es el aire, y si nos hallamos dentro de un cuarto, al traves de dos, el aire y las vidrieras. En estos pasos sucesivos la luz experimenta modificaciones muy considerables, en cuanto á su direccion sobretodo, y estas modificaciones se designan con el nombre de *refraccion*.

EUG. — ¿Qué quiere decir *refraccion*, es lo mismo que la refraccion del paso del sólido al traves de un líquido?

TEOD. — Una cosa igual. Cuando la luz pasa de un medio á otro se desvia de su direccion, quiebra ó tuerce su camino, sin que por esto deje de ir adelante: esto es lo que se llama *refraccion* de la luz; los cuerpos que le obligan á quebrar su camino, esto es, que *refringen* la luz, se llaman *refrangibles*, y *refrangibilidad* este poder.

EUG. — ¿Tambien tendrá la refraccion sus leyes como la reflexion?

TEOD. — Por supuesto que las tiene, y ahora voy á esponéros las bien detalladamente, porque es cosa util y digna de saberse pues toca directamente al modo como está organizada nuestra vista en la cual hace su papel esta propiedad. Esta es la primera ley. *Quando el rayo de luz pasa perpendicularmente de un cuerpo diáfano á otro, cualquiera que fuere, no quiebra, sino que va siguiendo el mismo camino que llevaba.* Con la estampa á la vista fácilmente me entenderéis (Fig 27). Este espacio de abajo mas inmediato, supongamos que es agua ó

vidrio, u otro cuerpo diáfano mas denso que el aire que queda por arriba; esta bola *e* supongamos que es una partícula de luz: digo pues que esta bola si cayeren en el vidrio ó en el agua perpendicularmente por la línea *ae*, ha de ir continuando su camino hácia abajo hasta *o*, sin inclinar mas á una parte que á otra.

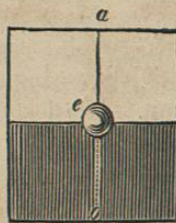


Fig. 28.

EUG. — Ahora entiendo perfectamente la ley.

TEOD. — Vamos ahora á la segunda ley. *Quando el rayo de luz pasa oblicuamente de un cuerpo diáfano á otro mas denso ó mas raro, siempre quiebra sobre el lado que está inmediato al cuerpo denso:* me entenderéis mejor á vista de la estampa (Fig. 29).

Aquí teneis un vidrio, en el cual se representa que cae oblicuamente un rayo de luz que del sol viene al punto *a*; este rayo tiene dos lados, uno de la parte de arriba *a*, otro de la parte de abajo *s*: el lado de abajo *s* está mas llegado al vidrio que el otro que mira hácia arriba; esto es claro: tam-

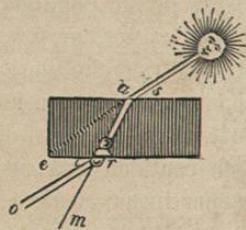


Fig. 29.

poco admite cuestion que el vidrio es cuerpo mas denso que el aire. Digo pues que el rayo de luz quiebra sobre aquel lado que mas inmediato estuviere al vidrio: este es el lado *s*; así ha de quebrar hácia aba-

jo doblando sobre *s*; y en vez de ir á parar á la esquina del vidrio *e*, ha de ir al sitio *ir*.

EUCL. — Y cuando ese rayo saliere del vidrio para el aire, ¿va á parar derecho á *m*, ó tambien vuelve á quebrar?

TEOD. — Ha de quebrar segunda vez, porque pasa oblicuamente de un diáfano á otro mas raro; y quebrará sobre el lado que despues de salir del vidrio quedare mas inmediato á él: este rayo si viniere derecho á *m*, siempre tenia este lado *i* mas inmediato al vidrio que este otro *r*: luego conforme á la ley quebrará sobre el lado *i*, y de este modo va á parar á *o*. Ya veis pues que la luz quiebra acercándose á la perpendicular, cuando pasa del aire al vidrio, es decir de un medio á otro mas denso que el primero, y que se aleja de la perpendicular, cuando pasa del vidrio al aire, ó de un medio á otro menos denso. Con todo sabed que la combustibilidad de ciertos cuerpos hace escepciones á estas reglas. El rayo luminoso, acercándose ó alejándose de la perpendicular, forma con ella un ángulo, el cual, es la espresion de la cantidad de refraccion. Esta cantidad está sujeta á varias influencias. En primer lugar, dadas iguales oblicuidades del rayo de incidencia, quanto mas denso fuere el medio por que pasare la luz mayor será la cantidad de refraccion; en segundo lugar, dadas iguales oblicuidades del rayo de incidencia, é iguales densidades del medio, la cantidad de refraccion será mayor quanto mas combustible fuere este. Newton estaba tan seguro de la verdad de estas leyes, que vistas

las facultades refringentes del agua, y del diamante, advinó que se componian de principios combustibles. Los descubrimientos posteriores realizaron su adivinacion, hallando el agua compuesta de oxígeno, cuerpo combuente, y de hidrógeno, gas sumamente combustible, y probando que el diamante es carbono puro.

EUCL. — Admirame por cierto la fuerza intelectual de este grande hombre: no damos un paso en física que no se le cite como un genio prodigioso. Mas ya que me habeis hecho ver como en efecto se desvía la luz de su camino al pasar de un medio á otro de diferente densidad, quisiera que me esplicaseis, ¿por que se sucede esto, y me dieseis esta esplicacion en ambos á dos sistemas?

TEOD. — Lo haré con mucho gusto y tanto mas, quanto que es la refraccion de la luz la que mas ha contribuido á hacer abandonar la teoria de Newton, y adoptar la de las undulaciones del éter. He aquí como esplican los partidarios de la emision estos fenómenos. Cuando el rayo *Gi* por ejemplo (Fig. 50), se acerca oblicuamente á la superficie *AB* de un medio refringente, esta masa de materia debe ejercer sobre las partículas de la luz, puestas en movimiento, cierta atraccion; la cual seria igual en todos sentidos, si el rayo fuese perpendicular á la superficie, y su direccion no se alterase. Mas siendo oblicua esta di-

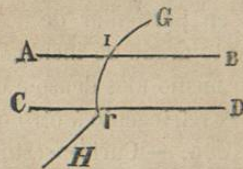


Fig. 50.

reccion las atracciones ejercidas por la porcion iB , son mas poderosas que las de la porcion Ai , á causa de sus menores distancias. De consiguiente, cuando el rayo haya llegado cerca de la superficie AB , las moléculas de la luz que marchaban en línea recta serán solicitadas por nueva fuerza que los hará recorrer una curva de la naturaleza de las proyectiles, ó trayectorias, hasta que haya tocado la superficie AB . Luego que hayan penetrado en el medio refringente todas las atracciones circunvecinas serán iguales, la luz podrá moverse de nuevo en línea recta, pero siguiendo la tangente al extremo de la curva pequeña, la cual formará, con la direccion primera un ángulo tanto mas manifesto quanto mas fuerte haya sido la atraccion del medio, ó sea quanto mayor fuere su poder refringente. Iguales efectos se producirán en el punto i , y no permitirán al rayo recobrar su marcha rectilínea, sino despues de haber experimentado los efectos de la atraccion de la porcion Ci ; describiendo una curva pequeña precisamente semejante á la de la sumersion, cuya nueva direccion será tambien la tangente. Con esto se esplican todos los casos de refraccion, y se da cuenta en particular de la reflexion que sobreviene á cierto grado de incidencia cuando el rayo pasa de un medio mas denso á otro, ó mejor de un medio, mas refringente á otro que lo es menos.

EUG. — Curioso estoy de saber el otro sistema porque esto me satisface.

SILV. — Si yo hubiese de alistarme bajo las banderas de los físicos, á Newton seguiria en este punto.

TEOD. — Ya sabeis que estos mismos físicos es-

plican la reflexion de la luz por medio de la repulsion, por lo tanto debeis advertir que la atraccion con que esplican la refraccion de la luz no puede concordar con aquella repulsion; pues, no hay motivo razonable porque la luz en los diáfanos ha de ser atraída, y repelida en los opacos. Otra objecion le haré si se pretende que estas diferentes propiedades existen realmente en los cuerpos que llamamos opacos y diáfanos: ya hemos dicho que no hay un cuerpo absolutamente opaco ni absolutamente diáfano ó trasparente; por lo tanto como un cuerpo trasparente al mismo tiempo que deja pasar la luz, reflecte parte de la que le llega; tendríamos que por un lado ejerceria una fuerza de atraccion, y por otro una fuerza de repulsion sobre el mismo cuerpo, lo cual repugna á la razon y está contrariado por la esperiencia.

EUG. — No habia advertido en esta dificultad, y os aseguro que tambien me hace abandonar la teoria de la emision ese juego de dos fuerzas contrarias.

TEOD. — Acabareis de abandonarla con lo que voy á deciros: si fuese cierta la teoría de Newton el movimiento de la luz al través de un medio mas denso que otro habia de ser acelerado: pues sabed que esperiencias directas prueban al contrario que la luz sufre un retardo cuando pasa de un medio de cierta refractibilidad á otro de mayor fuerza refrangible. Así la contradiccion que envuelve el sistema de la emision, para esplicar la reflexion y refraccion de la luz, la ha hecho abandonar por los físicos modernos, quienes le han sustituido, como os

he dicho, el de las undulaciones del éter, porque es siempre la misma teoría la que esplica los fenómenos de la óptica.

EUG. — Dadme pues una esplicacion de la refraccion por este sistema.

TEOD. — No os la daré detallada porque tenemos que emplear el tiempo para otras cosas : pero os diré bastante para que podais concebir como pasan las cosas en este fenómeno. El éter contenido en el aire tiene una densidad muy tenue, esto es, es muy sutil ; el que está contenido en los cuerpos refringentes, como el agua ó el cristal es al contrario muy denso : esto hace que cuando las undulaciones del éter ralo vienen á encontrar con el eter denso, una parte de movimiento es reflectida y otra comunicada ; reflectida porque halla un obstáculo ; comunicada, porque ha habido choque : así no tenéis mas que hacer aplicaciones de las leyes generales de la dinámica, y os esplicareis estas solas diferencias de densidad del éter, porque va mas lento, porque se desvía y cuanto se desvia un rayo de luz. Ya veis que si quisiésemos estendernos sobre este particular no haríamos otra cosa.

EUG. — Basta lo que me habeis dicho pues, tengo una idea general, ó bien sé el principio fundamental con que se esplica por el éter la refraccion, y cuando quiera mas desarrollos me valdré en efecto del conocimiento que me disteis sobre las leyes del movimiento. Mas un fenómeno muy sorprendente me habeis de esplicar, porque yo lo he visto y apenas lo creo. Sucede á veces en el mar que se ve un barco en el aire, y en un arenal como los de

Africa, se ven de lejos como lagos, y una vez llegado al punto donde creisteis verlos no hay sino arena.

SILV. — Cosas estupendas he oido decir sobre este particular ; refiere Cardan que en Milan se vió una figura de angel en los aires, y de una manera muy distinta, que tenia alborotado el pueblo, hasta que un sabio Jurisconsulto hizo advertir que era el reflejo de un serafin ó de un angel de piedra que habia en el campanario de una iglesia. El P. Dechalles dice tambien, y fué testigo ocular, que en Vezelai se vió una forma de hombre colosal con espada en mano, como si amenazase la ciudad ; y luego cesó la admiracion que este fenómeno producía viendo que la imagen de san Miguel, colocada en la torre de una iglesia, se reflejaba en las nubes.

EUG. — Esto me acaba de confundir.

TEOD. — Muy cierto es lo que os ha dicho Silvio, y él mismo ha indicado ya como podeis daros razon de estos fenómenos. Todo esto depende de la reflexion de la luz. Notad que estos efectos se producen en paises calientes, y en las horas en que el sol cae á plomo sobre las comarcas. En este caso, la superficie de la tierra, sobre manera calentada, comunica su calórico á la capa de aire que está cercana de ella, la rareface y la hace mas propia al paso de los rayos de la luz ; las capas superiores de aire, menos calientes, son mas densas, y por lo tanto, no dejan pasar tan fácilmente la luz, reflejan mas, y se constituyen hasta cierto punto una especie de espejos, y hasta puede suceder que se parta en dos mitades esta porcion de aires, por efecto de

una corriente ú otra causa, y se envien las dos porciones las imágenes de los objetos reflejados, y se vean muchos, como sucede segun visteis cuando se pone una luz entre dos espejos que se miran. Una figura acabará de haceros comprender claramente la razon de este fenómeno. Sea TT (Fig. 31), la su-

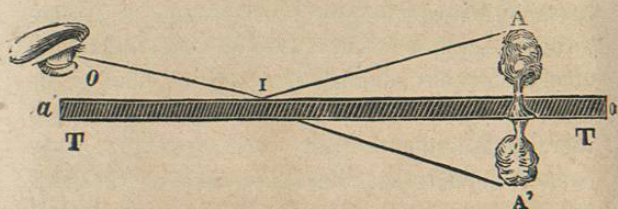


Fig. 31.

perficie de un terreno, *aa* la capa de aire calentada, A la copa de un arbol, y O la situacion de un espectador colocado á grande distancia del arbol. Ya veis que este arbol podrá ser distinguido directamente y en su posicion natural por el espectador colocado en el punto O; pero, á mas de esto, un rayo que parte del punto A, para ir muy oblicuamente hácia el suelo, podrá hallar en el punto *i*, la superficie de contacto entre ambos medios aéreos de que hemos hablado, y ser reflectido por esta superficie en la direccion *iO*, de modo que, herido el ojo por este rayo, refiera la existencia del punto A en su direccion: esto es al punto A. Y como puede decirse otro tanto de todos los puntos del arbol; es evidente que la vista podrá percibir el arbol en su posicion vertical, y ademas una imagen, al revés de

este mismo arbol, del mismo modo que se ven en el borde de un estanque. Y esto es en efecto lo que se observa, de suerte que se ven arboledas y poblaciones, miradas de lejos, como suspendidas en el aire.

EUG. — Os confieso que antes de esta esplicacion, me parecia la cosa harto erizada de dudas para creerlo; pero ahora estoy satisfecho.

TEOD. — En este caso sigamos unas cuantas leyes mas que no son sino consecuencias de las establecidas, por lo tocante á la refraccion de la luz, y tratemos de las lentes.

EUG. — ¿Que significa entre los físicos esta palabra *lente*? ¿Supongo que no se tratará del lente con que juguetean los currutacos?

§ VI.

Trátase de las lentes.

TEOD. — *Lente* llaman los físicos á unos vidrios circulares y redondos como los que traeis en vuestros anteojos. Aquí teneis dibujadas varias especies de lentes, unas son planas por ambas fases, como la primera (Fig. 32); otras son convexas de ambos lados como la segunda,

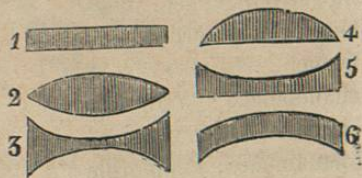


Fig. 32.