

la sombra por intensa que sea; claro está, pues, que en ella hay luz. La intensidad de la sombra es siempre á proporción de la intensidad de la luz, puesto que resulta para nuestros ojos de la comparación de los puntos iluminados con los que no lo están. Esta propiedad ha suministrado un medio de medir la intensidad comparativa de diferentes luces; porque se puede siempre arrojar sobre un plano una al lado de otra dos sombras producidas por dos luces diferentes; y si estas dos sombras parecen igualmente negras se puede concluir que ambas luces son iguales en intensidad. Así cuando queráis comparar, por ejemplo, la luz de una bugia con la de un velon, haced que caigan las sombras de dos pedazos cuadrados de carton en un papel blanco, una producida por la bugia, otra por el velon. Hallareis que la del velon es mas fuerte; mas si alejais el velon, ó aproximais la bugia, las sombras podrán igualarse; si en este caso medís las distancias que van de uno y otro cuerpo luminoso al plano de papel, y elevais estas distancias al cuadrado, la relacion de estos cuadrados dará la de la intensidad de las luces.

EUG. — Bello es por cierto y sencillo el modo de experimentar y calcular este punto.

TEOD. — Hay otra cosa que tambien pertenece deciros la aquí, y es lo que se llama *penumbra*.

EUG. — ¿Qué viene á ser este terminacho?

TEOD. — Es una especie débilmente sombreado que envuelve siempre la sombra principal de un cuerpo redondeado. Cuando hablemos de los eclipses y de los astros, ya os explicaré con figuras todo esto, y allí vendrá bien estendernos sobre el parti-

cular, esplicándoos este fenómeno en la luna por ejemplo. Entre tanto veamos la parte de la óptica que hemos llamado *catóptrica*, ó sea como se conduce la luz cuando es reflectida.

EUG. — Sin duda para ello teneis aquí preparado tanto instrumento.

§ II.

Trátase de la catóptrica o sea reflexion de la luz, de los espejos planos.

TEOD. — Cuando la luz que produce un cuerpo luminoso, atravesando el espacio, segun las leyes establecidas, viene á dar contra los cuerpos naturales, puede suceder que estos sean incapaces de darle paso, ó bien que dejen penetrarse por ella al traves de su grueso. Los primeros llevan el nombre de *opacos*, que son, como ya lo hemos visto, los que forman la sombra, y estos rechazan la luz de su superficie. Pero advertid que no lo hacen de un modo absoluto, pues siempre se dejan penetrar en parte por ella; en prueba de lo cual basta reducir un cuerpo opaco á una chapa delgada para volverlo un poco trasparente. Los segundos se llaman *transparentes* ó *diáfanos*, en cuyo interior sufre la luz algunas particulares modificaciones que veremos en su lugar. Igualmente debo deciros tocante á estos que, aunque dan paso á la luz no dejan de reflectir parte de ella. Los fenómenos pertenecientes á los primeros van á constituir el objeto de nuestra

conferencia actual. Como la superficie de los cuerpos opacos, sobre los cuales puede caer la luz ya es plana, ya convexa, ya cóncava, y en todos estos casos puede ser bruñida, ó desigual, será bueno que veamos cada uno de estos casos en particular. Examinemos primeramente como se conduce la luz en los espejos planos. No habeis olvidado sin duda que hemos supuesto la luz, como formada de grupos de moléculas, ó globulillos sutilísimos que se mueven con mucha velocidad. Vais á ver como esto no es tan fuera de propósito, pues observamos que la luz reflecte de los espejos y cuerpos semejantes, siguiendo enteramente las leyes que observan en la reflexion los cuerpos redondos: v. g., las pelotas, las bolas de marfil, etc. Bien sabeis que si las pelotas no fueren redondas no han de saltar con regla; luego tambien si los grupos de particulas de la luz no fueren redondos, no han de reflectir con regla, como vemos que hacen. Por el mismo fundamento los habeis de considerar como eminentemente elásticas, porque vemos que reflecten del mismo modo que los cuerpos elásticos. Supuesto esto, asientan que un rayo de luz es una serie de bolillas, unas tras las otras, todas con el movimiento que dijimos. Pero notad bien que estas bolillas son grupos de moléculas luminosas, de lo contrario no podria haber efectos de elasticidad. La idea de elasticidad envuelve la de contraccion; la de contraccion, envuelve la de reduccion de espacio; la de reduccion de espacio envuelve la de poros; y la idea de poros en una particula, molécula, ó atomo es un absurdo, puesto que se considera como el último tér-

mino de la divisibilidad de la materia. Por esto insisto en que mireis estos rayos como compuestos de grupos de moléculas. Si estas bolillas, pues, ó si este rayo de luz cayere perpendicularmente sobre un espejo, ha de reflectir otra vez por el mismo camino.

EUG. — ¿Y por qué?

TEOD. — Porque todas las veces que un cuerpo elástico redondo cae perpendicularmente sobre otro, reflecte por la misma línea, como os mostré anteayer con el ejemplo de la pelota. La razon que entonces dimos para todos los cuerpos elásticos milita tambien en el rayo de la luz en esta sentencia.

EUG. — Bien me acuerdo de esa ley general.

TEOD. — Demos otro paso. Si el rayo de luz ó esta serie de bolillas cayere sobre el espejo oblicuamente, ha de reflectir todo el rayo hácia la otra parte, haciendo un ángulo igual al que hizo cuando cayó en el espejo. La razon es la misma que di para la reflexion oblicua de los cuerpos elásticos; pero para que lo entendais mejor, aqui tenemos ya una figura hecha que yo habia prevenido (Fig. 2.). Aquí

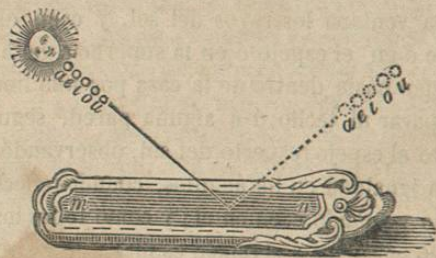


Fig. 2.

teneis un espejo *mn* tendido en el suelo : el rayo que viene del sol cae en el espejo oblicuamente, y es compuesto de bolillas elásticas : esta primera bolilla *u* cae por línea oblicua, y reflecte conforme á la ley general por la misma línea de puntos que aquí veis ; detras de ella cae en el mismo sitio la segunda bolilla *o*, y va por el mismo camino que la otra ; síguese la bolilla *i*, y tras ella las otras, y van por el mismo camino ; y de esta suerte reflecte el rayo haciendo un ángulo en la reflexion, igual al que hizo cuando cayó.

EUG. — Supuestas las reglas generales estas fácilmente se entienden, porque son una aplicacion de aquellas.

TEOD. — Pues ahí teneis la razon de algunos efectos curiosos que se fundan en esta ley. Primeramente sucede muchas veces estar puesta junto á la ventana una palangana con agua ó algun pedazo de espejo echado en el suelo, y entrando el sol por la ventana adentro vemos un resplandor en el techo de la casa, el cual muchas veces tiembla temblando el agua de la palangana ; y la razon no es otra que esta ley de la reflexion que he explicado. Entran por la ventana los rayos del sol, y caen oblicuamente ó en el espejo ó en la superficie del agua, y reflecten hácia dentro de la casa por una línea que va á parar al techo ó á alguna pared, segun está puesto el espejo respecto del sol, observando siempre la igualdad en los ángulos, cuando reflecten del espejo y cuando caen en él ; y como todos los rayos vienen paralelos y el espejo es plano, todos reflecten sin esparcirse ni juntarse, como mostré que sucedia

á muchas bolas cuando caian oblicuamente y emparejadas : reflectiendo pues todos los rayos hácia el techo, de la misma suerte que cayeron en el espejo, han de hacer en el techo un resplandor.

EUG. — ¿ Y por qué tiembla ese resplandor temblando el agua, ó si movemos el espejo ?

TEOD. — Es porque moviendo el espejo, unas veces quedan los rayos del sol mas inclinados respecto del espejo, otras veces menos ; y así unas veces han de reflectir mas altos, otras mas bajos, porque los rayos, cuando reflectieren, siempre han de hacer un ángulo igual al que hicieron cuando cayeron en el espejo ; por eso si los rayos del sol vinieren muy bajos y con poca inclinacion hácia el espejo, tambien han de reflectir muy bajos y con poca elevacion del suelo ó del espejo puesto en él. Aquí teneis tambien la razon de lo que estamos viendo ahora. Mirad hácia el mar, allá hácia la barra, y vereis que está plateada, y brilla tan vivamente, que no se puede mirar sin mortificacion de los ojos. El sol está allá en el cielo muy distante del mar, y sus rayos dan oblicuamente en el agua como si fuese en el espejo, y reflecten hácia nosotros ; de aquí se sigue que como los rayos del sol reflecten del agua hácia nuestros ojos, hacen el mismo efecto que si estuviese en la superficie del agua el mismo sol.

SILV. — ¿ Y por qué no brilla el agua del Tajo acá hácia arriba ? ¿ Por ventura ahí no le da el sol ? Bien veis, Teodosio, que no puede ser la razon de este efecto esa que dais.

TEOD. — Los rayos del sol tambien dan en el agua del Tajo que está mas arriba de nosotros ; pero ob-

servando la igualdad de los ángulos van á parar á otros sitios que quedan mas allá por el Tajo arriba : no vienen á parar acá á nuestros ojos ; y como no vienen á parar acá, no podemos ver brillar esa agua. Ejemplo : si cuando está una palangana con agua á la ventana, y reflecte la luz del sol hácia dentro de la casa, os pusiéreis de suerte que el resplandor del agua os dé en los ojos, vereis el agua brillar tanto como si fuese el mismo sol ; pero si os apartáreis á cualquier lado, de suerte que la luz no os dé en los ojos, no vereis brillar el agua, y con todo eso es cierto que aun le da el sol ; mas porque los rayos que de ella reflecten no vienen á parar á vuestros ojos, no hacen efecto alguno en vuestra vista : lo mismo digo del agua del mar.

EUG. — Ahora ya entiendo tambien la razon de lo que muchas veces me admiró caminando por el campo ; veia unas como estrellitas en medio del suelo, las cuales yéndome llegando hácia ellas las perdía de vista, sin poder dar en el sitio determinado donde estaba aquella luz que tanto brillaba : supongo que era algun pedazo de vidrio que reflectia de tal suerte los rayos del sol, que me daban en los ojos cuando yo venia lejos, y que llegándome mas de cerca no venian á parar á mis ojos los rayos del sol, y por eso no veia resplandecer el vidrio.

SILV. — Esta tambien será la razon por qué dando el sol en las vidrieras de las ventanas, unas veces se ven brillar como el sol y otras no ; porque muchas veces esos rayos no vienen á parar á nuestros ojos, y así no vemos brillar las vidrieras ; pero los que estuvieren en los sitios adonde van á parar los ra-

ynos que reflecten de las vidrieras las verán brillar como el sol.

EUG. — Ya no queda en que dudar. Mas decid, ¿ para qué nos trajisteis á esta antecámara de los espejos ?

TEOD. — Aquí estan estos dos espejos enfrente uno del otro ; si pusiéremos una vela encendida enfrente de uno, vereis una multitud de luces en los espejos : aquí teneis esta vela encendida, llegad y ved ; pero poneos de suerte que vuestros ojos queden mas altos que la luz de la vela, y llegaos hácia los lados de los espejos, de suerte que no embaraceis el camino que los rayos de luz llevan de un espejo al otro... Decidme, ¿ qué veis ?

SILV. — Yo veo una multitud de luces representadas en aquel espejo.

EUG. — Y lo mismo se ve acá en este hácia donde teníamos las espaldas.

TEOD. — Discurramos ahora sobre la causa de este efecto tan agradable á la vista ; mas no lo podré explicar sino valiéndome de pluma y tinta, como hemos hecho en algunos casos : aquí teneis esta figura, que al intento tenia ya prevenida (Fig. 5).

EUG. — ¿ Quien ha de entender esto ? Esta figura está confusa.

TEOD. — Sosegaos, que todo lo habeis de entender. Esta vela que está aquí dibujada despide rayos hácia todas partes ; de ellos escojamos tres solamente para evitar la confusion : uno es el rayo que desde la vela va á parar á *i*, otro el que va á parar á *o*, y otro el que va á parar á *a* : los represento aquí diversamente para que no se confundan unos con

otros. Supuesto esto, bien veis que estos tres rayos

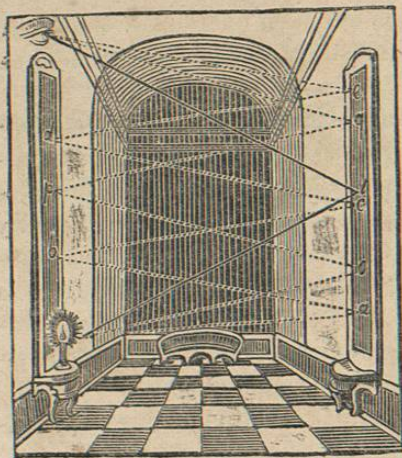


Fig. 5.

oblicuamente.

TEOD. — Todos caen oblicuamente, pero no caen con ángulo igual: unos tienen mayor inclinación hacia el espejo que otros; y así también cuando reflectieren han de hacer diferentes ángulos, é ir á parar á diversas partes: el rayo que de la vela va á parar hasta *i*, conforme á la ley de la reflexión, ha de ir á parar á los ojos del hombre que están dibujados sobre este espejo del lado izquierdo, y por consiguiente ha de ver el hombre la luz de la vela en *i*, porque de ahí le vienen los rayos hacia los ojos.

EUG. — Hasta aquí lo entiendo: vamos á los otros.

saliendo de la misma vela no dan en la misma parte del espejo; unos dan mas abajo, otros mas arriba, ni van por líneas paralelas: ¿no es así?

EUG. — Así es; mas todos caen

TEOD. — El rayo que sale de la vela y va á parar á *o*, que es este del medio que yo señalo con unas pequeñas rayas, reflecte de *o* hacia *p*, y de ahí vuelve á reflectir hacia *q*, y de *q* vuelve hacia los ojos del hombre; y por estas cuentas ya el hombre ha de ver también la luz en *q*, porque desde allí le vienen los rayos hacia los ojos; y es regla cierta que los objetos se ven en aquel sitio y lugar de donde nos vienen los rayos, sea que el objeto esté allí ó que no, como se ve en cualquier espejo que nos representa enfrente el objeto que muchas veces tenemos detras de las espaldas; y la razón es, porque los rayos nos vienen del espejo.

EUG. — Estoy en eso, no os canséis en persuadirme.

TEOD. — Bien estamos; luego ya tenemos que el hombre ha de ver dos luces, una en *i*, otra en *q*. Vamos ahora al otro rayo que nos falta: el rayo que saliendo de la vela va á parar hasta *a*, que es este que yo señalé con puntos, conforme á las leyes de la reflexión reflecte hacia *b*, y de allí va hacia *c*, despues vuelve al otro espejo, y da en *d*; luego vuelve á reflectir hacia *e*, y de allí últimamente hacia los ojos del hombre; y tenemos que entra por los ojos tercer rayo que representa la luz de la vela en *e*, porque de allí sale en derechura hasta los ojos: he aquí cómo el hombre ha de ver en el espejo tres luces, una en *e*, otra en *q*, otra en *i*, aunque en realidad sea una sola la vela encendida.

EUG. — Lo entiendo bellamente: ahora ya no hallo confusión en la figura.

SILV. — Pero aquí aun no está explicado todo lo

que vimos poco há, pues hemos visto en el espejo mas luces que tres.

TEOD. — Explicado el modo con que siendo una sola la luz podemos ver tres, fácilmente se explican las demas : aquí en esta figura ve el hombre tres luces, porque son tres los rayos que he supuesto salian de la vela hácia el espejo ; pero en la realidad salen muchos mas, y todos van reflectiendo de un espejo hácia el otro, guardando siempre la igualdad de los ángulos que tengo dicho : muchos no van á parar á los ojos, ó van mas abajo ó mas arriba ; pero otros allá van á parar ; y cuanto mas rayos entran en los ojos del hombre, reflectiendo de diversos lugares del espejo, mas luces ha de ver, ó mas luces se le han de representar en el espejo.

SILV. — Aun tengo otro reparo, y es, que nosotros en la realidad no nos pusimos en el lugar en donde representais en ese dibujo que estan los ojos del hombre que está viendo ; nosotros estábamos acá mas abajo.

TEOD. — Tambien hice eso de propósito para que hubiese menos confusion en los rayos que habia de pintar : si pusiese los ojos á poca distancia de la vela, no podria señalar el lugar por donde habian de pasar los rayos sin gran confusion ; pero advertid que los ojos siempre deben estar mas altos que la luz de la vela, para ver la serie de luces que va subiendo hácia arriba ; pero si estuvieren mas bajos que la luz, veremos la serie de luces venir hácia abajo ; como tambien si pusiéreis la luz á un lado del espejo, y vos os pusiéreis en el otro lado, ve-

reis tambien que las luces se van multiplicando hácia el lado.

SILV. — Todo sucede así : yo creo que cuando estais solo os divertís con estas curiosidades, pues veo que estais tan cierto en todas sus circunstancias.

TEOD. — No lo llevo tanto por la esperiencia como por el discurso, porque es la misma razon. Reparah ahora, Eugenio, en lo que os digo : poneos bien enfrente del espejo, y coged la vela ; id levantándola de suerte que la luz quede en la misma altura de vuestros ojos entre ellos y el espejo, y vereis solo una luz.

EUG. — Así es ; ¿ pero cuál es la razon ?

TEOD. — De la luz salen muchos rayos ; pero los que caen oblicuamente no vuelven por el mismo camino por donde fueron, y así no vuelven á la luz, ni por consiguiente á los ojos que estan detras de la luz ; y como no entran en los ojos, no pueden representar en ellos la luz ; únicamente el rayo perpendicular que de la luz cae en el espejo vuelve por el mismo camino á la luz, y tambien á los ojos del hombre que quedan detras de ella, y por eso solo ha de ver el hombre una luz.

EUG. — Lo he entendido.

TEOD. — La igualdad de ángulos que los rayos guardan infaliblemente, cayendo en el espejo, y reverberando de él, es el principio fundamental de toda la catóptrica, y de esta fuente dimana la razon de los admirables efectos que vemos en todos los instrumentos en que hay reflexion de la luz ó de los colores. Para seguir un método mas claro iré in-

sensiblemente tejiendo una serie de proposiciones fundamentales que encierran en sí la razon de los efectos que veremos, y salen de la precedente. Lo primero es que *los rayos que caen en un espejo plano retroceden con el mismo orden, inclinacion ó divergencia con que pasarían adelante si no hubiese espejo*. Esta proposicion puede demostrarse geométricamente para los que entienden estos términos ⁴; mas para vos basta esplicarla en esta figura que voy á mostráros (Fig. 4). Supongamos que esta línea *mn*

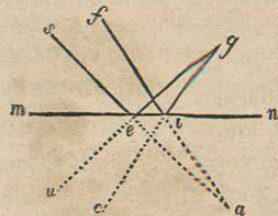


Fig. 4.

es un espejo plano : los rayos que vienen desde *sf*, y que naturalmente se juntarian en *a* si no encontrasen el espejo, ahora encontrándole vuelven atras, y se van á juntar en el punto *g* tan distante del espejo como lo estaria el punto *a*. Por la misma razon de la igualdad de los ángulos, si los rayos salieren

⁴ Demuéstrase : el ángulo de la reflexion es igual al de la incidencia; luego el ángulo *mes* es igual al ángulo *neg* : por otra parte el ángulo *mes* es igual tambien al ángulo opuesto *nea*, y por consiguiente todos tres son iguales, quedando el ángulo *neg* igual al ángulo *nea*. Del mismo modo se prueba que el ángulo *nig* es igual al ángulo *nia*; luego tambien el ángulo obtuso *gim* es igual al otro inferior *aim*, pues cada uno de estos obtusos junto con el agudo que tiene al lado, que son iguales, vale dos rectos. Por consiguiente tenemos que el triángulo de rayas *gei* tiene en la base dos ángulos iguales á los del triángulo de puntos *nei*; y siendo la base comun, serán los dos triángulos enteramente iguales, y se juntarán los rayos de la parte del espejo á la misma distancia, y de la misma suerte que lo harían en la parte inferior si no hubiese espejo.

del punto *g*, y cayeren en el espejo *mn*, retrocederán y caminarán hácia los puntos *sf* con la misma divergencia con que irían á estos *uc*, igualmente distantes del espejo por la parte de abajo, si no encontrasen con él. ¿Percibis esto?

EUG. — Y con facilidad : bien que no alcanzo la razon; pero como me decís que se demuestra geométricamente, doyme por satisfecho.

TEOD. — De aquí infiero que *los espejos planos no causan mudanza alguna en los rayos considerados en sí; solo hacen que lo que habia de suceder en el lugar posterior al espejo (si hubiese paso libre) se haga en el anterior, guardándose infaliblemente la misma distancia del espejo*. Sentado, pues, esto, tenemos la razon de casi todo cuanto sucede en los espejos planos. Lo primero cuando vemos un objeto en el espejo no se nos representa en la misma superficie de él sino allá dentro.

EUG. — Es así, y unas veces se representa á mayor, otras á menor distancia hácia el fondo.

TEOD. — *La distancia que se nos representa del espejo hasta el objeto allá dentro, es la misma que hay en realidad entre el espejo y el objeto acá fuera*. La esperiencia lo persuade : acerquémonos á este espejo : poneos fijo en un sitio de donde me veais á mí pintado en él. Observad ahora que á medida que yo me voy llegando al espejo, se viene tambien acercando á él mi figura; y cuando yo me hago atras ó me retiro de él, tambien se retira mi imagen hácia allá dentro. ¿No es así?

EUG. — Así es : no puedo dudarlo.

SILV. — De la esperiencia no dudamos ; pero vamos á la razon, que es lo principal.

TEOD. — Voy á dároslo. Nosotros, segun lo que queda dicho, juzgamos de las distancias de los objetos, fundándonos en varias circunstancias que experimentamos en los rayos que entran por los ojos. La primera es, que los rayos que salen de las estremidades del objeto mas distante entran en los ojos con ángulo mas agudo, y por eso forman menor imagen allá dentro. La segunda, que los rayos que salen de cualquier punto del objeto traen su divergencia, la cual tanto es menor, quanto es mayor la distancia. Supuesto esto (que ya queda probado), todas las veces que nosotros recibiéremos los rayos con las mismas circunstancias de divergencias, ángulos, etc., hemos de hacer juicio de la misma distancia del objeto ; y ya os tengo dicho que los espejos planos no causan mudanza alguna en los rayos, solo sí hacen que lo que habia de suceder en el lugar posterior al espejo suceda en el anterior ; por consiguiente como no alteran la divergencia de los rayos, ni su inclinacion y ángulos, sucede que de un mismo modo entran los rayos en nuestros ojos, sea que el objeto diste del espejo tres varas hácia afuera ó hácia adentro. Dejad que me explique con una estampa delante. Mirad esta (Fig. 5). El objeto *as* dista tres varas del espejo *mn* : los rayos de las estremidades si no encontrasen con él se juntarian en *r* ; pero el espejo hace á los rayos retroceder al lugar *e*, y estos se encaminan al dicho punto, del mismo modo que lo ejecutarían estando el objeto en *ic*, de que se sigue que como los ojos

que estan en *e* reciben los rayos que salen de *as* con la misma inclinacion y divergencia, etc., que ellos traerian si saliesen de *ic*, al alma que está acostumbrada á juzgar de la distancia del objeto por esta

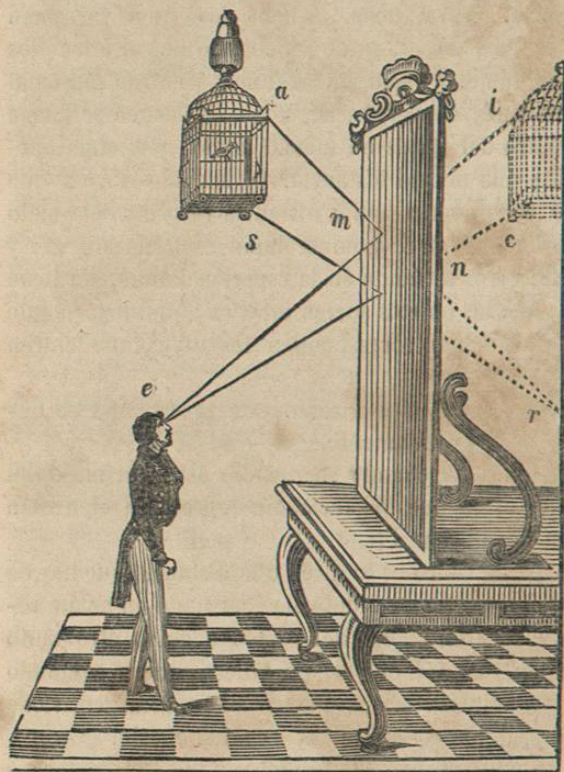


Fig. 5.

inclinacion y divergencia de los rayos se le repre-

senta que el objeto está en *ic*. En una palabra, los espejos planos no dan ni quitan, ni aumentan ni disminuyen la divergencia ó la convergencia de los rayos; por consiguiente andando los rayos igual espacio, han de llegar con igual abertura ó igual distancia. Ahora, pues, es bien claro que, ya salgan los rayos de *as*, ya de *ic*, cuando llegan á los ojos en *e* tienen andado igual camino, y entran con igual abertura, convergencia, etc.: la imagen se forma dentro del ojo de un mismo modo, y el alma percibe una misma distancia. El engaño está en que se le representa que la distancia respecto del objeto es hácia dentro, y en realidad es hácia afuera; y este error se funda en la esperiencia que ella tiene de que los objetos suelen estar en aquel lugar á que directamente corresponden los rayos que entran por los ojos.

SILV. — Está esplicado. Con la estampa se entiendo clarísimamente.

EUG. — Y cuando yo me veo á mí mismo en el espejo, ¿á qué distancia me representa el mismo espejo mi figura?

TEOD. — Yo os lo diré: á la distancia que hay de vos al espejo, pero doblada, porque á mí se me representa mi figura del espejo adentro otro tanto como yo estoy del espejo afuera; luego contando toda la distancia aparente de mí á mi imagen, viene á ser doble de la que hay de mí al espejo.

EUG. — Tengo comprendido todo lo que toca á los espejos ordinarios y planos.

§ III.

De los espejos cóncavos y convexos.

TEOD. — Tratemos ahora de los espejos cóncavos. En los espejos cóncavos se ven pasmosos efectos. Para que me entendais, sabed que es preciso distinguir dos puntos en cada espejo, uno que es el centro de la esfera, otro que es el foco de los paralelos. Ved: aquí tenemos estampa hecha de propósito para el caso: mirad esta (Fig. 6). Supongamos este espejo cóncavo AE,

que tiene una concavidad tal, que si fuésemos continuando una línea hácia los lados con igual curvatura hiciera ese círculo de puntos que está ahí señalado, en tal caso decimos que el espejo es una porción de la esfera AEFH. El

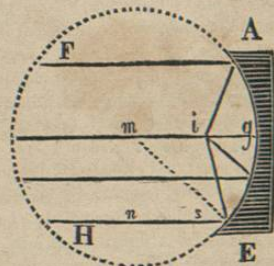


Fig. 6.

El centro de esta esfera supongamos que cuadra en *m*: este es el centro de la esfera del espejo, y nunca lo confundais con el centro del espejo, que ese es en *g*. Siendo esto así, *el foco de los paralelos (esto es, el lugar donde se juntan los rayos que vienen paralelos) queda casi á la mitad de la distancia que hay entre el centro de la esfera y el espejo, aquí en*