

§ II.

Trátase de las reflexiones de los colores, ó del modo con que se ven los objetos en los espejos.

TEOD. — Aquí estamos mejor : sentémonos y tratemos del modo con que reflecten los rayos de color, y conoceréis la razon por qué los espejos nos representan á los ojos nuestras imágenes. Ya os tengo dicho que el color no es mas que los rayos de luz modificados, bien sea mera separacion, como dicen los newtonianos, ó bien por otro modo. Estos rayos de luz, antes de recibir esta modificacion se llaman rayos de luz; despues que reciben esta modificacion se llaman rayos de color.

EUG. — Ya estoy en lo que son : decidme ahora cómo reflecten.

TEOD. — De estos rayos de color hemos de decir lo mismo que de los rayos de la luz : *si dan en superficie escabrosa, reflecten con irregularidad*; pero si dan en superficie lisa, conservan la misma modificacion que ya llevaban, y por eso tambien conservan el mismo color : *si el cuerpo es plano, como son los espejos ordinarios, reflecten los rayos sin juntarse ni apartarse mas de lo que se unirían ó separarian si fuesen por su camino derecho sin dar en el espejo*; y por eso representan el objeto del mismo tamaño que tendria si se viese sin espejo. Pero si el espejo es convexo se representa el objeto mas pequeño; y si el espejo es cóncavo se repre-

senta el objeto mayor : la razon de esto ya la habeis visto tratando de la catóptrica.

EUG. — A lo menos esplicadme lo que sucede en los espejos planos y lisos de que usamos con frecuencia.

TEOD. — Bien os acordáis que si los rayos de la luz dieren perpendicularmente en el espejo, han de reflectir por el mismo camino. Pues lo mismo digo de los rayos de color : por esta razon, si os pusiéreis enfrente de un espejo plano habeis de ver vuestra figura; porque los rayos de color que reflecten de vos al espejo dan en él perpendicularmente, y vuelven otra vez por el mismo camino á vuestros ojos, y así han de representar en ellos vuestra misma figura; porque los rayos representan el objeto de donde salen y donde toman su modificacion. Esto se ve claramente en el *ojo artificial*, de que ya hemos hablado hoy; como los rayos de luz que os dan en el rostro, y vestidos toman ahí su modificacion y color determinado, donde quiera que fueren, habiendo quien los junte del modo debido han de representar vuestro rostro, vestidos, etc. Si yo me pusiese delante de vos me entrarian esos rayos de color por mis ojos, y en ellos me pintarian vuestra figura, y por eso yo os habia de ver; luego si yo me quitare de enfrente de vos, y si pusiere en mi lugar un espejo que os envíe ó dirija los rayos que salen de vos otra vez hácia allá, entrarán en vuestros ojos y pintarán en ellos vuestra figura. He aquí, Silvio, para qué sirven las leyes del movimiento.

SILV. — ¿Para qué son precisas leyes de movimiento? En diciendo que las especies que van del

objeto parando en el espejo pintan en él el objeto, está todo satisfecho y con bastante facilidad.

TEOD. — Mas tambien con muy grande falsedad. En el espejo, Silvio, no se pinta la figura del objeto que está enfrente : no vayamos mas lejos, yo me pongo enfrente de este espejo, poneos vosotros ahora en las esquinas cada uno en la suya ; yo que estoy en el medio de la sala enfrente de este espejo (Fig. 48), me veo retratado en él, y vosotros no me



Fig. 48.

vereis en el espejo : señal de que mi figura no está pintada en él ; y si está pintada, ¿por qué no la veis

en él viendo todo el espejo ? Si en lugar del espejo estuviese un cuadro con mi retrato, por cierto que lo habiais de ver de cualquier parte de esta sala ; luego si mi figura está pintada ahora en el espejo, ¿por qué no la veis de cualquier parte al mismo tiempo que yo me estoy viendo perfectamente ?

SILV. — Mas vos confesais que veis en el espejo retratada vuestra figura, luego está pintada en él.

TEOD. — Tambien eso no es así ; yo no veo mi figura en el espejo, me veo á mí mismo muy allá del espejo : allá hácia adentro muchos palmos, tantos cuantos median entre mí y él.

EUG. — Eso así es ; porque verdaderamente en el espejo se representan las cosas como si estuviesen allá muy adentro.

TEOD. — Ademas de que si eso que decís, mi doctor, es así, ¿por qué razon no me he de ver en el espejo, si él no estuviere vuelto hácia mí ? ¿Vos ahora en ese sitio donde estais os veis retratado en el espejo ?

SILV. — No.

TEOD. — ¿Pues por qué no se ha de pintar en él vuestra figura, así como se pinta la mia ? No teneis mas arbitrio que recurrir á las leyes del movimiento, y al modo de esplicar de que usamos nosotros.

SILV. — En diciendo yo que es condicion precisa estar el espejo derecho hácia mí para pintarse en él mi figura, ya queda respondido á todo.

TEOD. — No puede ser, porque he ahí estando vos en la esquina de la sala F no teneis el espejo vuelto hácia vos, y no obstante Eugenio, que está de la otra parte S, ve vuestra figura en el espejo,

así como vos habeis de ver á Eugenio en el espejo, si estuviéreis en correspondencia. Luego sin que el espejo esté vuelto hácia vos habeis de conceder que está pintada en él vuestra figura, si acaso aun decís que se pinta en el espejo la figura que en él se ve.

EUG. — Yo veo á Silvio dentro del espejo.

SILV. — Y tambien yo os veo á vos.

TEOD. — Aun mas, que ni yo os veo á vosotros en el espejo, ni vosotros á mí; pero yo me veo á mí mismo.

EUG. — Quiero la razon de todo eso.

TEOD. — La razon por que vosotros no me veis á mí, que estoy en el medio, casi la sabeis ya: es porque como los rayos de color que salen de mí dan en el espejo perpendicularmente, vuelven á mí todos, y así no van hácia vuestros ojos, y consiguientemente no me podeis ver á mí en el espejo.

EUG. — En cuanto á esto ya lo entiendo.

TEOD. — Yo tambien que estoy en el medio o no os puedo ver mientras estuviéreis ahí; porque así como el rayo de luz que cae oblicuamente en el espejo reflecte hácia la otra parte, haciendo, en la reflexion ángulo igual al que hizo cuando dió en el espejo, como ya dije, así hacen tambien los rayos de color: los rayos que de vos reflecten hácia el espejo dan en él oblicuamente, y van á parar adonde está Silvio; por eso os ve él y yo no.

EUG. — ¿Y por qué han de ir á parar á él?

TEOD. — Porque la línea que va desde el espejo al lugar donde está Silvio, y la línea que desde el mismo espejo va al lugar donde vos estais, hacen con la pared donde está el espejo ángulos iguales; y así los rayos que vinieren de vos hácia el espejo

reflecten del espejo hácia Silvio, y los que salieren de Silvio reflecten hácia vos, Eugenio. He ahí la razon por que cada uno ve al otro, y tambien por que no se ve á sí mismo, porque los rayos de color que salen de cada uno no vuelven hácia él, pues van á parar á la otra esquina.

SILV. — ¿Y por donde os consta que esos ángulos que con el espejo hacen las líneas que de él vienen hácia mí y hácia Eugenio son iguales?

TEOD. — ¿Por donde? Reparad al pavimento de la sala. ¿No veis que esas tiras de tablas sobre que entrambos teneis los pies van á parar debajo del espejo? Como el cuadro es igual, tanta inclinacion ha de tener hácia la pared la tabla sobre que vos estais, como la otra sobre que está Eugenio; y teniendo igual inclinacion hácia la pared, hacen con ella ángulos iguales. Como estas tablas se van á unir con la pared bien debajo del espejo, síguese que la misma inclinacion que tienen las tablas respecto de la pared, tienen los rayos de color respecto del espejo; por eso dije que hacian ángulos iguales cuando vuestros rayos dando en el espejo reflectian hácia Eugenio, y los de Eugenio hácia vos.

EUG. — Pregunto mas: ¿y si yo me llegare mas cerca del espejo, ó me apartare mas de él, siempre me ha de ver Silvio estando como está?

TEOD. — Si vos os moviéreis siempre por encima de esa tabla que va á parar al espejo, quiero decir, por la misma línea recta que va de vos al espejo, como siempre haceis el mismo ángulo, siempre habeis de ser visto como antes, porque ya os dije yo que para los ángulos importaba poco ser las líneas

cortas ó largas, y tambien habeis de ver á Silvio, si él no se apartare hácia los lados.

EUG.—Teneis razon : ahora hice la esperiencia, y ví que así era. ¿Qué mas esperiencias teneis que hacer acerca de los espejos?

TEOD.—Mandad traer aquella cajita de espejos que os remití esta mañana. Es, Eugenio, una caja cuadrada, por dentro forrada de espejos : en el fondo tiene un jardin y una figurita de barro ; pero mirando hácia alguno de los espejos se ven unas campiñas interminables de un solo jardin continuado, y mucha gente paseando por sus calles.

SILV.—Así sucede en verdad : aquí la teneis : observad, Eugenio, y ved que es verdad todo cuanto dijo Teodosio (fig. 49).

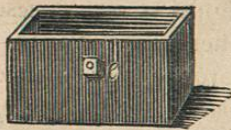


Fig. 49.

EUG.—No acabo de admirarme de una vista tan agradable : no se ve fin á los jardines y á las fuentes : la gente es innumerable : dejadme engañar á mí mismo, pues son agradables estos engaños. Pero

me inquieta el deseo de saber la razon de este encanto.

TEOD.—La razon ya la habeis oido en materia muy semejante. ¿Os acordais de una esperiencia que hicimos cuando teniendo dos espejos, uno enfrente del otro, y poniendo una sola vela encendida entre ellos veiais luces casi infinitas?

EUG.—Bien me acuerdo, y me esplicásteis ese

efecto, valiéndoos de una estampa prevenida al intento (Fig. 5).

TEOD.—Pues aquí es la misma razon : lo que entonces dije de los rayos de la luz que salian de la vela, y reflectian alternativamente de un espejo hácia el otro, digo de los rayos de luz modificada, quiero decir de los rayos de color que salen de la figurita que está dentro de la caja, y reflecten de un espejo á otro : estos rayos por la misma razon han de representar muchas figuras ; y he aquí teneis la causa por que en los espejos veis mucha gente, siendo una sola la figura verdadera. Lo mismo digo de la multiplicacion de las fuentes, siendo solo una en la realidad ; y lo mismo se debe decir del cuadro del jardin, que tambien se ha de multiplicar en los espejos, y hacer un jardin continuado. Pero como en la caja hay espejos por los cuatro lados, no solo habeis de ver los objetos multiplicados por delante, sino tambien hácia los lados.

EUG.—Tengo entendido, y deseo sumamente hacer una caja como esta : decidme el artificio que debe tener, porque no quiero que el trabajo quede defectuoso por omitir algunas circunstancias que sean precisas.

TEOD.—Mandad hacer una caja, de suerte que sus lados queden perfectamente en escuadra ; despues mandad cortar cuatro vidrios de espejo del mismo tamaño de los lados de la caja por la parte de adentro, y forrad con ellos la caja, de suerte que en las esquinas ajusten lo mas que pudiere ser unos espejos con otros, y que no queden con inclinacion alguna : podeis asegurarlos por encima con algunos

alfileres, cuyas cabezas torcidas hácia dentro nó les dejen caer, y abajo podeis poner una tabla ó cartón grueso cuadrado del mismo tamaño que el fondo de la caja que ajuste con los espejos: hecho esto, en este cartón podeis mandar pintar con colores vivos un pedazo de jardín, y mejor será si el jardín fuere bordado con flueco verde ó de hojas de murta contrahechas muy menudas: dejad algun espacio vacío que finja ser calle de jardín: en ella podeis poner una figurita de barro y una fuente, y con esto vereis los efectos que deseais. Pero es preciso advertir que en un lado de la caja ha de haber un agujero, como veis en este *e* (Fig. 49), por donde quepa un dedo, y en el espejo que tapare este agujero por la parte de adentro habeis de rozar sutilmente el acero ó azogue, de suerte que por allí podiais mirar hácia dentro de la caja; mas si no pudiéreis hacer este agujero cómodamente podeis mirar por el borde de la caja, y vereis lo mismo.

EUG. — Ahora ya estoy satisfecho en esta parte; vamos á otro efecto que tiempo ha me ha dado en que pensar. Tengo en Lisboa, en mi gabinete, dos espejos fronteros uno á otro, y sucede que veo en ellos mis espaldas, lo cual me es preciso cuando salgo fuera; pero en estos días quise hacer lo mismo en vuestra casa, donde hay tambien dos espejos fronteros uno al otro, y no fue posible ver mis espaldas.

TEOD. — La razon ha de ser esta infaliblemente: en vuestro gabinete á lo menos un espejo ha de estar inclinado hácia abajo, y basta esto para que os veais vuestras espaldas.

EUG. — No hay duda que es así, y en vuestra casa

ambos espejos estan derechos sin inclinacion alguna; vamos á la razon de esa diversidad.

TEOD. — No me habeis de entender, sin que á lo menos dibujemos una figura que nos facilite la inteligencia: venga pluma y tinta.

SILV. — Mejor es que espliqueis esto mismo en la práctica con espejos verdaderos.

TEOD. — Eso es mejor: venid acá dentro á este otro cuarto.

EUG. — Ahora bien, Silvio, ¿os atreveis tambien á dar razon de este efecto allá en vuestro sistema?

SILV. — Nosotros disputamós acerca de cosas mas sustanciales y científicas: no nos cansamos en averiguar si los espejos estan torcidos ó derechos: ¿qué conexion tiene eso con la Filosofía?

TEOD. — Así es, Silvio: vamos nosotros, Eugenio, á nuestro punto: aquí tenemos una sala que tiene los espejos, como supongo que estarán los de vuestro gabinete (Fig. 50). De una parte está este espejo *ae* derecho, enfrente está este otro inclinado: poneos, Silvio, enfrente de este que está inclinado: reparad ahora, Eugenio: el rayo de luz modificada ó de color que reflecte de las espaldas de Silvio á este espejo derecho viene á dar aquí en *e*; pero como cae oblicuamente, no vuelve por la misma línea, y así reflecte por encima de la cabeza de Silvio, y va á parar al otro espejo, y da aquí *v. g.* en *i*: si este espejo estuviese tambien derecho, continuaria el rayo hasta este lugar *o*, y de aquí, conforme á la ley de reflexion, habia de reflectir hácia arriba, y se perdia ese rayo sin venir á los ojos de Silvio; y si los rayos de color que reflectieren de las espaldas no vinieren

á parar á los ojos, no puede Silvio ver sus espaldas :



Fig. 50.

aquí teneis ya la razon por que estando ambos espejos derechos no veis vuestras espaldas.

EUG. — Hasta ahí bien lo entiendo : vamos adelante.

TEOD. — Pero como este espejo *i* está torcido é inclinado hácia abajo, hace tambien reflectir hácia abajo el rayo que le va de este espejo *e*, y así viene el rayo á parar á los ojos de Silvio, y de este modo

ve sus espaldas : supongo que entendeis esto. Ahora quiero advertir una cosa que ya noté en otra parte, y es, que de las espaldas de Silvio reflecten rayos á todas las partes de este espejo *ae* ; los que dan perpendicularmente en el espejo vuelven por el mismo camino, y se pierden porque van á parar á sus espaldas : los que dan en este mismo espejo *ae* mas arriba van reflectiendo conforme á la ley de la reflexion, y tambien se pierden ; por tanto, no hago aquí caso de ellos : dije que se perdian, porque todo rayo de color que no viene á parar á los ojos de alguno no se logra ó aprovecha, y por eso digo que se pierde ; y esta es la razon por que reflectiendo de las espaldas de Silvio muchos rayos de color, solo hice mencion de uno, que es el que le vino á parar á los ojos.

EUG. — Estoy enteramente satisfecho.

SILV. — Ahora es tiempo de poner yo tambien mis dudas. Decidme, Teodosio : si estas representaciones ó imágenes que se hacen en el espejo no proceden de virtud especial que el espejo tenga para eso, sino de esas leyes de reflexion que habeis explicado, ¿ por qué no sucede lo mismo poniéndome enfrente de una pared ? ¿ Por ventura ahí no valen ya esas leyes de reflexion ?

TEOD. — Ya dije que la pared por mas lisa que parezca tiene su superficie escabrosa en orden á las sutilísimas partículas de la luz, las cuales son reflectidas desordenadamente, unos rayos hácia una parte, otros hácia otra, y por eso es la pared blanca : ponedme vos un cuerpo bien liso, que desde luego hará lo mismo que el espejo ; una chapa de plata

bien bruñida ó una piedra negra bien pulida, ó el acero tambien bien pulido, y vereis que hacen lo mismo que los espejos, porque tienen las superficies bien lisas; de donde se infiere, que este efecto de representar el objeto que se pone enfrente procede de la lisura de la superficie.

SILV. — Pero el vidrio no obstante tener la superficie lisa no representa la figura si no tiene acero ó azogue; luego no procede de la superficie. Veis, Eugenio, que esto es fábula.

TEOD. — Diré por qué sucede eso; mas ha de ser despacio para que Eugenio me entienda. El vidrio sin acero ó azogue es diáfano, y pasan por él la luz y los colores; pero no pasan por él todos los rayos: aquellos que dan en las partes sólidas reflecten hácia atras, y los que caen en los poros pasan hácia delante: esto se ve en las vidrieras de las ventanas, que dejan pasar el sol hácia dentro; pero vistas por la parte de afuera, dándolas el sol, ciegan muchas veces á quien mira hácia ellas; señal de que tambien hacen reflectir los rayos del sol; lo mismo sucede en los colores; cualquier vidrio sin azogue deja pasar los colores, porque deja ver las cosas que estan de la otra parte; pero no lo deja pasar todo; tambien reflecte muchos rayos, y por eso siempre representa, aunque débilmente, la figura de quien se mira en él.

SILV. — ¿Y qué hace allí el azogue en orden á ser esa representacion mas distinta?

TEOD. — Hace reflectir ordenadamente aun los rayos que pasaron por el vidrio; de suerte que no habiendo azogue solo reflecten del vidrio los rayos

que dieron en las partes sólidas; pero cuando se pone azogue en la parte posterior del vidrio, tambien reflecten los que pasaron por los poros, porque estos dan en el azogue y reflecten hácia atras: de este modo queda la representacion mas viva, porque se representa con todos los rayos que caen en el vidrio: pues si dan en las partes sólidas reflecten, si entran por los poros y traspasan el vidrio, allá está el azogue que los hace reflectir tambien, y siempre ordenadamente; y como hay muchos rayos que representen la misma figura, ha de ser necesariamente mas viva la representacion.

EUG. — ¿Y cuál es la razon por qué la piedra negra bruñida parece espejo, y la blanca igualmente bruñida nó?

TEOD. — Es porque la piedra blanca por mas que hagan para pulirla siempre han de reflectir muchos rayos desordenadamente, porque nunca le han de quitar toda la blancura, y esta luz que reflecte desordenada perturba la otra que reflectiendo ordenadamente representaria la imagen del objeto. En la piedra negra sucede al contrario, porque como la luz que habia de reflectir desordenada se consume en la superficie, la que reflecte toda es ordenada siendo la superficie lisa, y no se altera el color que llevaban los rayos. Esta es tambien la razon por que un vidrio puesto sobre un papel blanco no representa la figura de quien se mira á él, sino muy débilmente; pero si lo pusiéreis sobre un terciopelo negro ú otra cosa bien negra, ha de representar mucho mejor la figura de quien á él se mirare.

EUG. — Creo que la razon es esta: los rayos que

pasan por los poros, si dan en el cuerpo blanco, reflejan hácia fuera con otra modificacion, y vienen á mezclarse con los rayos que reflejaron de la superficie del vidrio; pero si dan en cuerpo negro no reflejan, y así no perturban á los otros, que dando en las partes sólidas del vidrio reflejan ordenadamente, conservando el mismo color que llevaban. Supongo yo que será esto.

TEOD.— Eso es, y doy por acabadas las reflexiones de los colores en los espejos.

§ III.

Trátase de la refraccion de los rayos de color y de los efectos que de ella nacen : esplicase el arco iris.

EUG.— Decidme ahora : así como los colores tienen la misma reflexion que la luz, ¿ acaso tienen tambien las mismas refracciones?

TEOD.— Tambien, y es preciso tratar de ellas para esplicar algunos efectos que ocasionan. Traed á la memoria lo que os dije acerca de la refraccion de la luz : dije que el rayo de luz cuando entra ó sale del vidrio siempre quiebra sobre aquel lado que estando fuera del vidrio queda mas inmediato á él (Fig. 47). Lo mismo digo del rayo de luz entrando ó saliendo del agua, ó cualquier cuerpo diáfano que sea mas denso que el aire, porque en todos es la misma razon; y como los colores no son otra cosa que rayos de luz modificados, digo ahora, que los rayos de luz modificada ó los rayos de color, cuando entran ó

salen del agua, siempre quiebran sobre aquel lado que estando fuera del agua queda mas inmediato á su superficie.

EUG.— Todo concuerda con los principios que habeis establecido.

TEOD.— De aquí se saca la razon de una esperiencia bien facil y curiosa : echad dentro de un vaso (Fig. 51) una moneda, é id apartándoos hácia atras, de suerte que el borde del vaso os cubra la moneda y no la veais; luego que la moneda se cubriere del todo con el borde del vaso, parad, y sin hacer mudanza en la cabeza ni en el vaso, mandad llenarlo de agua, y vereis en el fondo del vaso la moneda que antes no veiais.

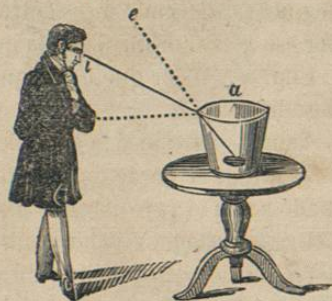


Fig. 51.

EUG.— Hagamos la esperiencia.

SILV.— Aquí teneis este vaso *a*, y aquí está esta moneda, que traigan agua.

EUG.— De aquí donde estoy en *i* no veo ni la moneda ni el fondo del vaso; echadle ahora agua.

TEOD.— He aquí teneis el vaso lleno : ¿ no veis ahora la moneda?

EUG.— Veo la moneda y el fondo del vaso tambien; ¿ mas cuál es la razon de esto?

TEOD.— La razon es, porque la luz que entra