

R.—Porque llevada ó arrebatada por el viento suele en su curso tropezar con *algo que la enfría*; y luego que su vapor se ha condensado se resuelve en lluvia.

P.—¿Por qué son las gotas de lluvia unas veces más grandes que otras?

R.—Porque las nubes que producen la lluvia no están siempre á una misma distancia de la tierra; y como su menor distancia depende de su mayor densidad, cuando estas se hallan muy cerca, las gotas tienen necesariamente que ser más grandes que cuando se hallan á mucha distancia.

(El tamaño de las gotas de lluvia aumenta también con la rapidez con que se condensen los vapores.)

P.—¿No aumenta algunas veces el viento el tamaño de las gotas de lluvia?

R.—Sí; cuando con su impetuosidad reúne dos ó más en una sola.

P.—¿Por qué bajan tanto las nubes en tiempo lluvioso?

R.—1.º Porque en tiempo lluvioso se hallan más pesadas por la gran cantidad de vapor que contienen; y

2.º Porque en ese tiempo *disminuye* la densidad del aire, y eso lo hace menos capaz de soportarlas ó mantenerlas elevadas.

P.—¿Cómo se sabe que en tiempo de lluvias disminuye la densidad del aire?

R.—Por el descenso del mercurio del barómetro que tiene lugar entonces.

P. Por qué es el agua de la lluvia más fertilizadora de los terrenos que la de los aljibes ó pozos?

R.—Porque la de la lluvia contiene más ácido carbónico, y además una corta cantidad de *amoníaco*, la cual es muy provechosa para los tiernos tallos de las plantas que lo reciben ó se lo asimilan.

(Es probable que el amoníaco del agua de la lluvia sea únicamente el que se escapa de las materias animales en putrefacción, el cual es devuelto á la tierra por la violencia de los aguaceros.)

P.—Por qué purifica el aire la lluvia?

R.—1.º Porque ella *devuelve al suelo las exhalaciones* nocivas reunidas en el aire, y luego las disuelve.

2.º Porque mezcla el aire de las *regiones elevadas* con el de las bajas; y

3.º Porque lava la tierra y *pone en movimiento* las sustancias estancadas en los albañales, pozos, caños de desagüe, &c.

P.—¿Por qué llueve más en las comarcas montañosas que en las planas?

R.—Porque el aire, al topar contra las faldas ó los declives de las montañas, sube por el plano inclinado que ellas le presentan, y llega hasta ponerse en contacto con el *aire frío* de sus cimas; lo cual condensa los vapores y los deposita en forma de lluvia.

P.—¿Por qué se hincha ó crece la esponja cuando se halla calada de agua?

R.—Porque el agua, al penetrar en sus poros en virtud de las atracciones capilares que tienen lugar entre los diversos cuerpos, retira unos de otros los átomos de la esponja, aumentando consiguientemente el volumen de esta.

P.—¿Por qué se revientan las cuerdas de los violines, las guitarras, &c. en tiempo húmedo?

R.—Porque la humedad del aire penetra en ellas y las hace ensancharse; y este ensanche ó engrosamiento aumenta su tensión.

P.—¿Por qué se arruga ó hace pliegues el papel cuando se le moja?

R.—Porque esta sustancia, como las cuerdas de que antes se ha hablado, es *higrométrica*, es decir, que absorbe ó se deja penetrar de la humedad, con lo cual se ensancha; pero como no la *absorbe igualmente*, algunas partes se ensanchan más que otras, y esto es lo que hace que se arrugue.

(Llámanse *higrométricas* las sustancias que por poseer la propiedad de absorber la humedad pueden servir para medir ó determinar la cantidad de vapor de agua disuelta en el aire.)

P.—¿Por qué esos jugueticos llamados *capuchinos*, verdaderos higrométricos de absorción, se cubren la cabeza con la cogulla ó capilla en tiempo húmedo y se la descubren en tiempo seco?

R.—Porque en dichos jugueticos la cogulla ó capilla está adherida á un pedacito de intestino de tal modo, que cuando este, como higrométrico que es, se acorta por efecto de la humedad, tira hacia adelante la capilla; al paso que en tiempo seco, como el intestino se alarga y adelgaza, la empuja ó retira hacia atrás dejándola caer por su propio peso.

P.—¿Por qué casi no puede ponerse uno las medias cuando están húmedas?

R.—Porque la humedad al penetrar el hilo de que están hechas, lo obliga á engrosarse, y por lo mismo á disminuir de longitud.

P.—¿Cuándo llueve más, de noche ó de día?

R.—Indudablemente de noche: porque el frío de la noche *condensa* el aire, y disminuye su capacidad para mantener vapor en solución.

P.—¿Y en qué parte del mundo llueve más abundantemente?

R.—Cerca del Ecuador; y la cantidad de lluvia decrece á medida que nos acercamos á los polos.

CAPITULO XXVII.

A G U A.

P.—De qué está compuesta el agua?

R.—De *dos gases*, oxígeno é hidrógeno, y en tal proporción, que de cada 9 litros de agua, 8 puede asegurarse que son oxígeno y 1 hidrógeno.

P.—Por qué es *flúida* el agua?

R.—Porque el calor latente mantiene sus átomos separados unos de otros. Cuando el agua se desprende de cierta cantidad de este calor latente, se convierte en *sólido*, y entonces se llama *hielo*, al paso que si aumenta su calor latente, se separan todavía más de lo que lo están en el agua y se convierte en vapor invisible.

P.—¿Por qué se llama dura el agua de los pozos ó aljibes?

R.—Porque está cargada de materias extrañas, y por esto no disuelve pronto las sustancias en ella sumergidas.

P.—Qué es lo que hace *dura* el agua de los aljibes?

R.—El *sulfato* de cal y muchas otras impurezas de las tierras y minerales de que ella se impregna al filtrarse por el suelo en donde se contienen.

P.—Cuál es la causa de las fuentes minerales?

R.—Esta: cuando el agua de las lluvias se escurre por entre la *tierra*, disuelve algunas de las sustancias con las cuales entra en contacto, si estas sustancias son metálicas, participa de su carácter, lo mismo que si disuelve *cal* ó sal manifiesta caracteres cáusticos ó salinos.

P.—¿Por qué es difícil desmugrarse uno las manos con jabón cuando se las lava en agua *dura*?

R.—Porque la *soda del jabón* se combina con el *ácido sulfúrico* del sulfato de cal, que disuelto en el agua la hace dura, al paso que el aceite ó sebo que queda libre, se reúne con la cal y flota, en forma de ligeros copos, sobre la superficie.

(El *sulfato de cal* se compone de ácido sulfúrico y cal.)

P.—¿Por qué es difícil también lavarse en *agua salada*?

R.—Porque el agua salada contiene *ácido muriático*, y la *soda* del jabón se combina con este ácido, produciendo una nublosidad.

P.—De qué resultan las *petrificaciones*?

R.—De que mientras el agua corre por entre el suelo conserva en solución sus impurezas por la presencia del *ácido carbónico*; pero cuando la corriente llega al aire libre, el agua pierde el ácido carbónico que contenía, y entonces las impurezas de que hemos hablado se precipitan sobre las varias sustancias que se encuentran en el curso de la corriente.

(Esas impurezas son especialmente carbonato de cal y hierro.)

P.—¿Por qué se vuelve rojo un sombrero negro abandonado á las orillas del mar?

R.—Porque el *ácido muriático* del agua del mar descompone ó altera el *ácido gálico* de la tinta, volviéndolo de este color.

P.—De qué se fabrica el *jabón*?

R.—De las cenizas de una especie de alga marina, las cuales se dejan secar bien y se queman en un hoyo ó pozo, mezcladas con aceite ó con sebo.

(El jabón amarillo se fabrica de aceite de ballena, soda y resina. El que se denomina “jabón fino ó de olor,” de aceite y potasa. El jabón duro, de aceite y soda. El de la tierra, de sebo y soda, la cual se obtiene de la ceniza por *lixiviación*.)

P.—¿Por qué blanquea el agua la ropa sucia?

R.—Porque ella disuelve las manchas ó mugre de la ropa, del mismo modo que disuelve la sal.

P.—¿Por qué aumenta tanto el jabón este poder del agua?

R.—Porque una gran parte de las manchas ó mugre de la ropa es de *naturaleza* grasienta, y el jabón posee la propiedad de unirse con las *materias grasas*, y hacerlas solubles en el agua.

P.—¿Por qué es blanda ó suave el agua de la lluvia?

R.—Porque no está impregnada ni de *tierras*, ni de *minerales*.

P.—¿Por qué es mejor para lavar, el agua *suave* ó *blanda*, que la *dura*?

R.—Porque el agua suave ó blanda se une libremente con el jabón y lo *disuelve*, en lugar de descomponerlo como el agua dura.

P.—¿Por qué suavizan las cenizas de leña el agua dura?

R.—1.º Porque el ácido carbónico de las cenizas se combina con el sulfato de cal, que es el que hace el agua dura, convirtiéndolo en una especie de carbonato; y

2.º Porque las cenizas vuelven insolubles algunas de las sales solubles del agua, y en este estado se precipitan como sedimento, dejando el agua más pura.

P.—¿Por qué es que el *agua de lluvia* tiene un olor tan desagradable cuando se recoge en barriles ó cisternas?

R.—Porque se halla impregnada de las materias orgánicas en descomposición que lava al correr por los techos ó tejados, los árboles, y hasta de las mismas vasijas en que se contiene.

P.—¿Por qué disuelve el agua el azúcar?

R.—Porque los átomos del agua se introducen en los poros de ese cuerpo, por efecto de la atracción capilar, y separa unos de otros los cristales de que se compone. Por razones análogas disuelve también la sal y otras muchas sustancias.

P.—¿Y por qué sabe el agua á las sustancias que tiene en disolución?

R.—Porque al resolverse en sus más menudos elementos estos se riegan y flotan por todos los puntos de la masa líquida.

P.—¿Por qué disuelve más pronto el agua caliente el azúcar, y la sal, que el agua fría?

R.—Porque el calor del agua dilata esas sustancias, y al dilatarse, los poros que se abren dan paso más libre al agua.

P.—Por qué es salobre el agua de mar?

R.—1.º Porque en el fondo del mar se encuentran *minas* de sal;

2.º Porque está impregnada de una materia betuminosa, que es salobre; y

3.º Porque dicha agua contiene sustancias pútridas que también lo son.

P.—¿Por qué no es salada el agua de la lluvia, siendo así que procede de las evaporaciones del mar?

R.—Porque la sal no se *evapora*, sino que queda como residuo de dichas evaporaciones.

P.—¿Por qué se pudre el agua detenida?

R.—Por las hojas, plantas, insectos &c. que contiene.

P.—¿Por qué están llenas las aguas *estancadas* de *gusanos*, anguilas, &c.?

R.—Porque hay innumerables insectos que ponen sus huevos en las hojas y plantas que flotan sobre su superficie, y estos huevos que pronto se empollan producen hormigueros de gusanos, anguilas é insectos.

P.—¿Por qué está libre de impurezas el agua *corriente*?

R.—1.º Porque el movimiento ó curso del agua impide la fermentación.

2.º Porque en movimiento, ella disuelve las sustancias pútridas que le llegan á caer; y

3.º Porque la corriente, con su mismo movimiento arroja á las orillas de los cauces por donde fluye, las sustancias que no puede disolver.

P.—¿Por qué oscila y remolinea en su curso el agua corriente?

R.—1.º Porque al topar contra las orillas, es perpetuamente separada de su movimiento progresivo; y

2.º Porque el centro de las venas líquidas, quebradas, riachuelos, canales y ríos, va más á prisa que sus contornos.

P.—Y esto por qué?

R.—Porque los contornos se rozan contra el fondo y las orillas, y son dilatados en su corriente por esta fricción.

P.—¿Por qué hace espuma el agua con jabón?

R.—Porque esta sustancia hace el agua correosa ó pegajosa, y no permite que las burbujas estallen ó se revienten tan luego como se forman, como sucede en el agua pura.

P.—¿Por qué ascienden las burbujas ó bombas de jabón sopladas con un cañuto?

R.—Porque sopladas de esta suerte quedan llenas de *aliento ó aire cálido*, el cual en igualdad de volumen es más ligero que el aire atmosférico.

CAPÍTULO XXVIII.

HIELO.

P.—¿Qué es el hielo?

R.—Agua helada. Cuando baja el aire á la temperatura de cero grados del centigrado, ó 32 del Fahrenheit, el agua no persiste en su estado fluido.

P.—¿Por qué es el hielo más ligero que el agua?

R.—Porque con la congelación el agua se dilata, y *aumentando* su volumen, natural es que *disminuya* su gravedad.

(Nueve decímetros cúbicos de agua vienen á ser diez decímetros cúbicos de hielo.)

P.—¿Por qué se rompen las palanganas en una noche de hielo?

R.—Porque el agua que ellas contienen se *hiela*, y como al helarse se dilata, las revienta para dar lugar á este aumento de volumen.

P.—¿Y por qué no se dilata hacia arriba, como el agua hirviendo, y se sale ó se derrama?

R.—Porque la superficie se hiela primero; y la superficie helada hace las veces de un tapón ó tarugo todavía más difícil de reventar que la misma loza de que esté hecha la palangana. Por una razón análoga se revientan á veces los toneles que se destinan para el agua.

P.—¿Por qué se hienden ó resquebrajan á menudo, en tiempo de invierno, las tejas, las piedras y hasta las rocas?

R.—Porque se hiela la humedad que en ellas se contiene, y el aumento de volumen que en esto adquiere las hace estallar.

P.—¿De suerte que el agua se dilata por el frío y se dilata también por el calor?

R.—Precisamente. Ella se dilata desde 4 grados sobre cero hasta 100 grados, ó sea hasta su punto de ebullición; y se dilata también desde los mismos 4 grados hasta cero, ó sea hasta su punto de congelación. El agua es la excepción á la regla general de que todos los cuerpos se dilatan por el calor y se contraen y condensan por el frío, porque también se dilata por efecto de este.

P.—¿Por qué se dilate el agua cuando se *hiela*?

R.—Porque se convierte en cristales, los cuales no casan tan bien unas con otros como las partículas líquidas del agua.

P.—¿Por qué no se hiela jamás el fondo de los ríos?

R.—Porque tan luego como el aire baja de la temperatura ordinaria á una menor de cuatro grados sobre cero, asciende á la superficie; y si llega á helarse, queda flotando allí hasta que se funde otra vez por efecto del calor.

P.—¿Cómo se prueba la sabiduría de Dios en esa maravillosa excepción á la regla general?

R.—Si el hielo fuera más pesado que el agua se *hundiría*; y los mares, lagos, ríos &c. pronto se convertirían en una *masa de hielo*, que nada sería capaz de fundir ó disolver otra vez.

P.—¿Por qué el hielo que se halla sobre la superficie de un río no *enfria* el agua que queda debajo y la hace helar?

R.—1.º Porque el agua es muy mal conductor, y así sólo se calienta ó *enfria por corrientes*.

2.º Porque si el hielo de la superficie hubiera de comunicar su frío al agua que queda debajo, esa agua por su parte le comunicaría su *calor al hielo*, y este se derretiría ó fundiría instantáneamente; y

3.º Porque el hielo de la superficie hace las veces de *escudo* para impedir que el frío del aire penetre hasta las capas líquidas que lo sostienen.

P.—Y por que se hiela primero el agua de la superficie?

R.—Porque esta está más en contacto con el aire, y el aire le *roba su calor*.

P.—¿Por qué se va engrosando la capa de hielo más y más con la prolongación del invierno?

R.—Porque el calor del agua que inmediatamente sostiene ó soporta la costra que se ha formado en la superficie, pasa por los poros del hielo al aire frío.

P.—¿Entonces en qué consiste que los ríos nunca llegan á congelarse totalmente?

R.—En que el agua, como se ha dicho, es muy mal conductor del calor, y en que la estación de los hielos para ese efecto es siempre demasiado corta.

P.—¿Por qué no se hiela tan pronto el agua corriente como el agua detenida ó tranquila?

R.—1.º Porque el movimiento de la primera impide que los cristales se arreglen en la forma que conviene á una masa sólida y á una superficie continua: y

2.º Porque con el mismo *rodar* del agua, la que se halla en el fondo cede su calor á la que se halla hacia la superficie.

P.—¿Por qué es escabrosa la superficie que resulta del agua corriente congelada?

R.—Porque la congelación del agua comienza por la formación de una especie de copitos que son arrastrados por la corriente hasta que encuentran algún obstáculo que los detenga; á estos se pegan los que se forman en seguida, los cuales están sujetos á ser arrastrados como los primeros: y los filos ó bordes de los diferentes copos que se acumulan unos á otros, son los que hacen áspera ó escabrosa la superficie.

P.—¿Por qué se hielan unas partes de los ríos menos que otras?

R.—Por las *corrientes* que se levantan del fondo á la superficie, que derriten ó funden en parte la capa de hielo formada.

P.—¿Por qué se hiela más pronto el agua en los parajes someros que en los profundos?

R.—Porque para que la superficie de una porción cualquiera de agua se congele, se necesita que todo el volumen de la misma baje hasta la temperatura de cinco grados cuando menos; una capa de agua gruesa ó profunda gasta más tiempo en enfriarse que una delgada ó somera.

P.—¿Por qué el agua de mar muy raras veces se hiela?

R.—1.º Porque como la *masa* de agua es tan grande, se requiere mucho tiempo para que se alcance á enfriar hasta la temperatura que esto exige;

2.º Porque el *flujo* y *reflujo* del mar choca con la influencia refrescadora del aire; y

3.º Porque el agua salada nunca se hiela mientras la temperatura de la superficie no baja por lo menos 14 grados del *punto de congelación* del agua dulce.

P.—Hace más frío en el tiempo del *deshielo* que en el del *hielo*; ¿cómo se explica eso?

R.—Cuando el agua congelada se funde, absorbe calor del aire, la tierra, &c., sin el cual esto no podrá tener lugar, y por lo mismo la temperatura de los cuerpos de donde los toma disminuye grandemente; al paso que cuando el agua líquida se *hiela*, abandona gran parte de su calor latente, sin lo cual no podría convertirse en sólido; y como todo ese calor que queda libre va á parar á la atmósfera, el aire se siente más *caliente*.

P.—La sal disuelve el hielo. ¿Cómo puede explicarse esto?

R.—De este modo: el agua se congela á los 0º; la sal y el agua ó la mezcla de las dos cosas á una temperatura 14º más abajo de este punto; por lo mismo si se agrega sal al agua helada, esta tiene necesariamente que disolverse.

P.—¿Hay algunas cosas que disuelvan el hielo además de la sal?

R.—Sí; cualquier ácido, ya sea nítrico, sulfúrico, &c.

P.—¿Por qué son las mezclas de sal y nieve más frías que la nieve misma?

R.—Porque la sal líquida hace flúidos los cristales de la nieve. Y siempre que un sólido pasa al estado líquido absorbe calor con lo cual se hace el frío más intenso.

P.—Por qué raja el *hielo* la tierra?

R.—Porque el agua absorbida por la tierra en el tiempo de calor, dilatada al convertirse en hielo, separa las partículas de la tierra unas de otras, dejando entre ellas grietas ó hendiduras.

(Estas grietas ó hendiduras de la tierra dan paso al aire, al rocío, á la lluvia y á muchos gases favorables á la vegetación.)

P.—¿Por qué se desmorona ó desmiga la tierra en la primavera?

R.—Porque en ese tiempo se disuelve el hielo que en el invierno se había formado dentro de los terrones, separando unas de otras las partículas de tierra, las cuales no tuvieron desde entonces otro vínculo de unión que el mismo hielo.

P.—¿Y por qué se desmigaja el mortero ó la mezcla de cal y arena con la cual se unen las piedras y los ladrillos en la albañilería?

R.—Esto no sucede sino cuando la estación de los hielos lo coge sin haberse secado perfectamente; porque entonces la humedad que él contiene se hiela, y el hielo que de ella se forma, que es de un volumen mucho mayor, separa sus partículas unas de otras; y cuando los hielos pasan dejan el mortero lleno de grietas y hendiduras.

(Por la misma razón se descascara el estuco con que se allanan ó emparejan las paredes.)

P.—¿Por qué no pueden los albañiles trabajar en tiempo de hielos?

R.—Porque entonces se hiela la humedad del mortero y el estuco, todo lo cual tienen ellos que aplicar e. i. fresco; y al tiempo del *deshielo* lo que han hecho se descascara ó desajusta.

P.—¿Por qué cubren de paja los albañiles en primavera y en otoño la obra que tienen en manos?

R.—Porque la paja es mal conductor, é impide que se congele la humedad del mortero fresco, durante las noches frías de estas dos estaciones.

P.—¿Para qué se cubren también de paja en invierno los toneles destinados á contener agua, y también muchos árboles?

R.—Los primeros, para impedir que el agua que en ellos está contenida se congele y los haga pedazos; y los segundos, para que no se congele su savia y se marchiten.

P.—¿Puede hacerse congelar el agua de algún modo artificial?

R.—Sí, de varios. Por ejemplo: una botella de agua puede hacerse congelar en poco tiempo, envolviéndola en algodón y empapándole repetidas veces en éter la envoltura.

P.—¿Y por qué se hiela el agua de la botella con este procedimiento?

R.—Porque la evaporación del éter se roba el calor del agua y hace bajar su temperatura hasta el punto de congelación.

P.—¿Por qué se congela el éter bajo el recipiente de una máquina neumática luego que se hace en él el vacío?

R.—Porque la *evaporación* se aumenta extraordinariamente con la *disminución de la presión atmosférica*; y el calor que se invierte en la evaporación de una parte, sea esta cual fuere, sale de la otra parte, la cual baja tanto de temperatura, que necesariamente tiene que congelarse.

MEZCLAS FRIGORIFICAS.

(Si se disuelve *nitro* en agua, el calor del líquido baja cerca de 9 grados.

Si se disuelven 5 onzas de nitro y 5 de sal amoníaco, reducidas á polvo muy fino, en 19 onzas de agua la temperatura de la mezcla baja cerca de 22 grados.

Si á 3 libras de nieve se les agrega 1 libra de sal, la temperatura de la mezcla baja poco más ó menos 18 grados.

Las dos mejores mezclas frigoríficas conocidas hasta hoy son:

3 libras de *muríato de cal* con 1 libra de nieve; y

5 libras de *ácido sulfúrico diluido* con 4 libras de nieve.)

P.—¿Por qué es más fácil nadar en el mar que en los ríos?

R.—Porque el *peso específico* ó gravedad específica del agua salada es mayor que la del agua dulce; y por lo mismo la primera sostiene mejor al nadador.

P.—¿Cómo se aseguran los cocineros de que la salmuera destinada para un adobo tiene la sal suficiente?

R.—Poniendo en ella un huevo: si este se hunde, es señal de que no está suficientemente fuerte; mas si flota, si está en punto.

P.—¿Y por qué se hunde el huevo en el un caso, y en el otro nó?

R.—Porque el huevo pesa siempre más de lo que pesa un volumen de agua dulce igual al suyo; pero pesa siempre menos que un volumen de agua salada á su máximo de saturación; por esto, pues, se hundirá en la primera y sobrenadará en la segunda.

P.—¿Por qué se hunden en el agua los que no saben nadar, y no se hunden los buenos nadadores?

R.—Porque los primeros no sabean echar hacia atrás atrevidamente la cabeza para que el agua no les cubra la boca y las narices, y los segundos sí. Esto es necesario, porque aun cuando el peso de un hombre es siempre menor que el del agua que desaloja, la parte superior, ó sea de la cintura para arriba, pesa más que la inferior, ó de la cintura para abajo.

P.—¿Por qué pueden los cuadrúpedos nadar más fácilmente que el hombre?

R.—1.ª Porque el tronco de los cuadrúpedos es más ligero que el agua; y de ellos, el tronco es la mayor parte; y

2.ª Porque su posición cuando están nadando, es perfectamente natural.

(El cuerpo del hombre pesa más que el de los cuadrúpedos en igualdad de volumen; y por otra parte, la posición muscular del hombre cuando nada, difiere mucho de sus hábitos ordinarios. Estas dos circunstancias son las que le dificultan la natación.

P.—¿Por qué es que los gordos pueden nadar con más facilidad que los magros ó flacos?

R.—Porque la grasa es más ligera que el agua; por lo mismo, mientras más gorda sea una persona más fácilmente se podrá sostener sobre las aguas.

P.—¿Cómo es que los peces pueden á voluntad subir hasta la superficie del agua y después sumergirse hasta llegar al fondo?

R.—Los peces tienen una *vejiga de aire* cerca del abdomen; cuando esta vejiga se ensancha, ya por llenarse de más aire, ó por carecer de presión aumenta el volumen del pez, sin que se aumente su peso, y lo hace ascender; si por el contrario, disminuye de volumen, ya porque aumente la presión á que se halla sometida, ó porque el pez desaloje de ella el aire, la misma vejiga lo hace descender.

CAPITULO XXIX.

L U Z.

P.—¿Qué cosa es la luz?

R.—Rápidas undulaciones de un flúido llamado éter, hechas sensibles á la vista porque hieren el nervio óptico.

P.—¿Con qué velocidad viaja la luz?

R.—La luz viaja tan precipitadamente, que podría dar ocho vueltas alrededor de la tierra en el intervalo de tiempo que una persona gasta en pronunciar la palabra “uno.”

P.—¿Y todas las luces viajan con la misma velocidad?

R.—Sí: lo mismo viaja la luz del sol que la luz de una vela, y que la luz de las casas, árboles, campos &c.

P.—¿De dónde proviene la luz de las casas, árboles, campos, &c.?

R.—La luz de estas casas es la misma del sol, ó la artificial de las velas, lámparas, incendios &c. la cual es reflejada por las superficies de las mismas cosas.

P.—¿Por qué son unas superficies brillantes, como por ejemplo la del vidrio y la del acero, y otras opacas, como por ejemplo la del plomo?

R.—Porque unas reflejan la luz que reciben, y otras, en lugar de reflejarla, se la absorben: las que la reflejan son las *brillantes*, y las que se la absorben son las *opacas*.

P.—¿Qué se entiende por luz *refleja*?

R.—Se entiende por luz refleja la que se devuelve después de haber dado en la superficie de los cuerpos.

P.—¿Qué se entiende por luz absorbida?

R.—Se llama absorbida la luz que después de dar en la superficie de los cuerpos no se hace sensible por la reflexión.

P.—¿Cómo pueden *millares* de personas ver un objeto á un mismo tiempo?

R.—Porque los objetos lanzan de sus superficies en todas direcciones un número infinito de rayos de suerte que cada una puede ver una porción de ellos diferente de la que ven las demás.

P.—Por qué sufre la vista con la luz repentina?

R.—Porque el nervio *óptico* recibe muchos rayos á la vez antes que la *pupila* háya ténido tiempo de contraerse.

P.—¿Por qué nos mortifica que nos acerquen repentinamente luz cuando hemos estado durmiendo sin ella?

R.—Porque las *pupilas* se dilatan muchísimo en la oscuridad, como para recoger ó admitir más rayos. Por tanto cuando se nos acerca una vela repentinamente, las pupilas dilatadas dan paso á muchos rayos que van á herir directamente el nervio *óptico*, produciéndonos dolor.

P.—¿Y por qué pocos momentos después sí podemos soportar esa misma luz?

R.—Porque las *pupilas* se contraen con facilidad y en poco tiempo, hasta el punto de no dar paso á mayor número de rayos de los que pueden recibir sin dolor el nervio *óptico*.

P.—¿Por qué no vemos absolutamente nada cuando salimos de una habitación bien alumbrada á la calle durante la noche?

R.—Porque las pupilas, que se nos han contraído en la habitación alumbrada, aun cuando tienen facilidad de dilatarse de nuevo, no pueden hacerlo *instantáneamente*; y estando la pupila *contraída*, los rayos que alcanzan á entrar por ella al nervio *óptico*, no son suficientes para percibir los objetos que entonces se nos presentan.

P.—¿Y por qué vemos más y mejor á medida que nos acostumbramos á la oscuridad?

R.—Porque después de algunos momentos de estar en la oscuridad, la pupila se dilata otra vez; y como entonces pasan más rayos de luz por ella, vemos los objetos más distintamente.

P.—¿Por qué nos parece todo negro después de haber mirado cara á cara al sol por algunos momentos?

R.—Porque al mirar al sol, las pupilas se contraen hasta el punto de no dejar pasar más que los rayos que puede soportar el nervio *óptico* sin dolor, y esto las inhabilita para recoger inmediatamente después de los *demás objetos* los suficientes para que podamos distinguir sus colores; y lo mismo poco más ó menos nos tiene que suceder con cualquiera otra luz fuerte.

P.—¿Y por qué á los pocos minutos de esto, sí podemos ver de nuevo los verdaderos colores de los objetos?

R.—Porque las pupilas se dilatan otra vez poco á poco hasta acomodar su abertura á la luz que nos baña.

P.—¿Por qué pueden ver en la oscuridad los buhos, los gatos y los tigres?

R.—Porque estos animales tienen la facultad de ensanchar las pupilas de sus ojos hasta el punto de alcanzar á recoger los rayos de luz, por pocos que sean, del paraje en donde se encuentran; en consecuen-

cia de esto, pueden ver distintamente cuando no hay luz bastante para que nosotros podamos ver nada absolutamente.

P.—¿Y por qué duermen estos animales casi todo el día?

R.—Porque tienen las pupilas de los ojos demasiado abiertas; y como la luz del día se los fatiga, ellos los cierran en busca de descanso.

P.—¿Por qué es que los gatos cuando se sientan cerca del fuego están continuamente pestañeando?

R.—Porque la pupila de sus ojos es demasiado ancha, y da paso á tanta luz que alcanza á lastimarlos; lo que ellos tratan de evitar cerrándolos.

P.—¿Por qué es que los tigres, los gatos, los buhos &c. andan vagando de noche en busca de presa?

R.—Porque duermen todo el día, cuando la luz fuerte sería demasiado penosa para ellos.

P.—¿Por qué es que las luciérnagas no lucen ó brillan sino de noche?

R.—Porque de día la luz del sol que es demasiado fuerte eclipsa su débil resplandor y no permite que las veamos.

(Por esa misma razón tampoco podemos ver las estrellas durante el día á menos que nos hallemos dentro de un pozo bastante profundo, porque entonces los rayos de luz que nos vienen de las estrellas directamente, como que están á tanta distancia, no son eclipsados por los rayos demasiado oblicuos del sol, los cuales se pierden en las numerosas reflexiones que sufren dentro del pozo.)

P.—¿Para qué nos sirven los dos ojos que tenemos, cuando ellos no nos presentan sino una sola imagen de cada objeto?

R.—Para aumentar la luz, ó para hacer entrar á la retina más rayos de los que emite el objeto que miramos, á fin de que aparezca *más distinto*.

P.—¿Y por qué no vemos las cosas dobles?

R.—1.º Porque los ejes de ambos ojos están vueltos hacia un mismo objeto; y, por lo tanto, unas mismas impresiones se reciben en la retina del uno y en la del otro; y

2.º Porque los nervios que reciben estas impresiones tienen un punto común de unión antes de llegar al cerebro.

(Esta explicación no es completamente satisfactoria, aunque es la que de ordinario se da. El fenómeno de que se trata es probablemente más psicológico que material.)

P.—¿Por qué nos vemos en un espejo?

R.—Porque los rayos de luz reflejados por nuestra cara *dan contra la superficie del espejo*, y, en lugar de ser absorbidos, *se reflejan* una segunda vez, ó se devuelven á nuestros ojos.

P.—¿Por qué son reflejados por un espejo los rayos de luz?

R.—Porque ellos no pueden atravesar el metal impenetrable con el cual está cubierto el espejo por detrás; de manera que ellos rebotan, ni más ni menos que como lo haría una *pelota lanzada contra una pared*.

P.—¿Cómo se llama el *camino* que sigue una pelota cuando uno la lanza contra una pared?

R.—Línea de *incidencia*.

P.—¿Y cómo se denomina el que recorre al rebotar ó devolverse?

R.—Línea de *reflexión*.

P.—Cuando la luz va de nuestra cara á un *espejo*, ¿cómo puede llamarse el camino que ella recorre?

R.—Igualmente línea de *incidencia*.

P.—Y cuando la luz rebota del espejo, ¿cómo puede llamarse el camino que recorre?

R.—Pues ni más ni menos que como en el caso de la pelota, línea de *reflexión*.

P.—¿Y qué es lo que se llama *ángulo* de incidencia?

R.—El *ángulo* comprendido entre la línea de incidencia y la *perpendicular* levantada en el mismo punto en que la línea de incidencia toca la superficie reflectora.

P.—¿Cuál es el *ángulo* de *reflexión*?

R.—El comprendido entre la línea de reflexión y la misma perpendicular.

P.—¿Por qué nuestra imagen ó reflexión en un espejo parece acercarse á nosotros á medida que nosotros nos acercamos á él, y retirarse á medida que nosotros nos retiramos?

R.—Porque las *líneas* y *ángulos* de *incidencia* son siempre *iguales* á las *líneas* y *ángulos* de *reflexión*; en consecuencia de lo cual la imagen se tiene que ver siempre detrás del espejo á una distancia de esto igual á la que media entre el mismo espejo y el objeto real por la parte de adelante.

P.—¿Por qué puede verse uno todo entero en un espejo pequeño, de unas 6 ú 8 pulgadas de longitud?

R.—Porque las *líneas* y *ángulos* de incidencia son siempre iguales á las *líneas* y *ángulos* de reflexión; y en tal virtud la imagen de uno parecerá hallarse detrás del espejo á una distancia igual á la que media entre este y uno mismo por la parte de adelante.

P.—¿Por qué aparece siempre invertida la imagen de cualquier objeto en el agua?

R.—Porque los *ángulos* de *incidencia* son siempre *iguales* á los *ángulos* de *reflexión*.

P.—¿Por qué cuando vemos nuestra imagen en el agua nos parece de cabeza?

R.—Porque los *ángulos* de *incidencia* son siempre iguales á los *ángulos* de *reflexión*.

más hacia el *cenit*, no caen tan oblicuamente sobre el pozo como los rayos del sol.

P.—Estando cerca de un lago, la *luna* parece recorrer un sendero de luz, el cual va á parar ó terminar en la vista del espectador, mientras todo lo demás del lago parece oscuro. Por qué es esto?

R.—Porque estando el lago en perfecta sombra, muchos de los rayos que se eclipsarían al reflejarse en él toda la luz del día, al reflejarse sólo la luz pálida de la luna vienen á hacerse visibles.

(El mismo sendero de luz puede alcanzarse á percibir durante el día, cuando la luz fuerte del sol esté disminuida por alguna nube que lo cubra perfectamente.)

P.—En un poco de agua á mediodía la imagen del sol no se ve más que en un solo punto, y todo lo demás del agua se ve oscuro. Por qué es eso?

R.—Porque los rayos del sol caen en el agua con diversos grados de oblicuidad, y son reflejados en ángulos semejantes á estos; pero como sólo son visibles los que en su reflexión van á parar al ojo del observador, toda el agua aparecerá negra ú oscura en todas partes menos en ese solo punto.

P.—¿Por qué es mayor el número de las estrellas visibles desde una montaña que el de las visibles desde una llanura?

R.—Porque como el aire absorbe la luz, mientras mayor sea la altura á que ascendamos tanto menor será la cantidad de luz absorbida.

P.—¿Por qué cuando tenemos luz en un cuarto no vemos nada afuera aun cuando nos acerquemos á las puertas ó ventanas?

R.—1.º Porque las vidrieras de las ventanas son un buen reflector de la luz y así devuelven al cuarto la de la vela que da sobre ellas; y

2.º Porque nuestra pupila, que se ha contraído por la luz del cuarto, no puede dar paso á un número suficiente de rayos de la poca luz exterior que nos permita ver hacia esa parte.

P.—¿Por qué es que á veces vemos en las ventanas de las habitaciones las imágenes de las luces con las cuales nos alumbramos?

R.—Porque los rayos de las luces, al dar contra los vidrios de las ventanas, son reflejados hacia el interior de las habitaciones; y así es que mientras más oscura esté la noche más clara será la reflexión.

P.—¿Por qué es más clara esa imagen ó reflexión mientras más oscura está afuera?

R.—Porque estando oscuro afuera, la reflexión de las luces hacia el interior no es eclipsada por la luz más brillante del día que da en los cristales por aquella parte.

P.—Si ponemos un objeto entre una pared y una luz, este *proyecta* ó arroja sobre la pared una sombra, la cual es tanto mayor cuanto más acercamos el cuerpo á la luz que la produce. Por qué es eso?

R.—Porque los rayos de luz que producen las luces artificiales, divergen de su *foco* en líneas rectas, ó sea como los radios trazados del centro de una esfera á su superficie.

P.—¿Por qué es que cuando entramos en una larga alameda, esta parece angostarse cada vez más, hasta el punto de verse casi nula la distancia que separa sus dos lados?

R.—Porque mientras más distantes se hallen los puntos en donde fijemos la vista, más *agudo* tiene que ser el ángulo formado por los dos lados opuestos, el vértice del cual viene á quedar dentro de nuestros ojos.

(Una cosa análoga á esta tiene que suceder, y en efecto sucede, con las casas de una larga calle, con las dos orillas de un río &c. &c.)

P.—¿Por qué es que los árboles de una alameda parecen más pequeños á medida que es mayor la distancia á que nos hallamos de ellos?

R.—Porque mientras más distantes están los árboles más agudo es el ángulo formado por las dos líneas que, partiendo de nuestra vista, van á pasar la una por su copa y la otra por el pie de su tronco.

(Por una razón análoga se ven también más pequeñas las casas de una larga calle mientras mayor es la distancia á que de ellas nos hallamos.)

P.—¿Por qué es que un hombre en lo alto de una montaña ó de una torre nos parece, al verlo desde abajo, poco más ó menos del tamaño de una gallina?

R.—Precisamente porque el ángulo formado en nuestra vista por las dos líneas que pasan por sus piés y su cabeza no es mayor que el que formarían las dos líneas que pasaran una por las patas y otra por la cabeza de una gallina que nos quedara cerca.

P.—¿Por qué es que la luna, siendo en realidad más pequeña que las estrellas, aparece para nosotros más grande que estas?

R.—Porque ella se halla más cerca de nosotros que cualquiera de las estrellas de que se encuentra tachonado el cielo.

(La luna se halla á una distancia tal de la tierra, que si suponemos que una bala de cañón parte de la tierra hacia aquel astro con una velocidad de 500 millas por hora, echará poco más ó menos veinte días de camino; ahora bien, si con la misma velocidad se disparara hacia la estrella fija más próxima á nosotros, gastaría en llegar á ella, cuando menos 4.500,000 años.)

P.—¿Por qué es que la luna, siendo esférica, nos parece una superficie plana?

R.—Porque ella se encuentra á una distancia tan grande que no alcanzamos á percibir la diferencia que existe entre la longitud de los rayos que nos vienen de su limbo ó borde y la longitud de los rayos que nos vienen de los demás puntos, los cuales necesariamente tienen que ser menores.

(Por esta misma razón vemos como superficies planas todos los demás astros.)

P.—¿Por qué es que los objetos á distancia se hacen invisibles?

R.—Porque á gran distancia se anula el ángulo formado en nuestros ojos por los rayos de luz que parten de sus diversos puntos.

P.—¿Por qué podemos ver con telescopio los objetos invisibles á simple vista?

R.—Porque estos instrumentos recogen más rayos luminosos de los cuerpos opacos de los que pueden recoger los ojos solos; y estos rayos recogidos por la lente que se llama *objetivo*, forman, dentro del tubo, una imagen muy brillante de dichos objetos, la cual es en seguida agrandada por otra lente llamada *ocular*.

P.—¿Qué se entiende por *refracción*?

R.—La desviación ó inclinación que experimentan los rayos de luz, cuando pasan de un medio á otro.

P.—¿Cómo se quiebra ó desvía el rayo de luz al pasar de un medio á otro?

R.—Cuando el rayo de luz pasa de un medio cualquiera á otro más *denso*, se inclina ó quiebra acercándose á la perpendicular levantada en el punto de ese medio en que toca primero; cuando pasa de uno cual-

quiera á otro menos *denso*, se quiebra ó inclina separándose de la misma perpendicular.

P.—¿Por qué una cuchara dentro de un vaso de agua parece siempre *quebrada*?

R.—Porque los rayos de luz reflejados por la cuchara, y que son los que la hacen visible, se *refractan al salir del agua*.

P.—¿Por qué parece un río siempre más pando de lo que realmente es?

R.—Por la misma razón de que los rayos de luz reflejados por el fondo, y que son los que lo hacen visible, se refractan al salir del agua.

P.—¿Cuánto mayor es la profundidad de un río de lo que aparece á la vista?

R.—Poco más ó menos una tercera parte de la misma profundidad real. Así es que si la profundidad aparente de un río es de 2 metros, su profundidad real es poco más ó menos de 3; si la aparente es de 4, la real será de 6, y así en adelante. Mas si se desea tener todavía más exacta la profundidad real, multiplíquese el número que represente la aparente por 4, y este producto divídase por 3.

P.—¿En qué consiste la *miopia* de que padecen algunas personas?

R.—En que la *córnea* de sus ojos es tan *prominente*, que la imagen de los objetos distantes se forma antes de llegar á la retina; lo que hace que ellas no la vean distintamente.

P.—¿Qué es lo que se llama *córnea*?

R.—El exterior de la parte visible del *globo del ojo*.

P.—Y qué cosa es la *retina*?

R.—Se denomina *retina* el tejido que cubre ó forra la parte posterior del ojo.

P.—¿Qué lentes son los que convienen á los anteojos de los miopes?

R.—Los *bicóncavos*. Como el defecto de la vista de estas personas consiste en que tienen la *córnea* demasiado convexa, al usar anteojos de lentes bicóncavos queda este corregido.

P.—Y cuáles son los lentes bicóncavos?

R.—Los que tienen hueco ó cavidad en ambas caras.

P.—Cuando la *córnea* es demasiado convexa ¿dónde se forma la imagen de los objetos?

R.—La de los objetos distantes se forma en el *humor vítreo*, ó simplemente en el *vítreo*.

P.—¿Qué es el *humor vítreo*?

R.—Se llama así el líquido transparente que llena casi todo el globo del ojo, y que se encuentra detrás del *crystalino*.

P.—¿Para qué sirven pues los anteojos de lentes *bicóncavos*?

R.—Para retirar la imagen, de suerte que no venga á formarse en el *humor vítreo* sino en la retina y se haga visible.

P.—¿Por qué son los viejos *présbites*?

R.—Porque con la edad se les secan los humores de los ojos, y en consecuencia de esto la *córnea* se hunde ó se achata.

P.—¿Por qué impide el *achataamiento* de la *córnea* que se vean bien los objetos que quedan cerca?

R.—Porque siendo *demasiado chata* la *córnea*, la imagen de los objetos próximos no se forma perfecta en la retina, sino mucho más atrás; y siendo esto así no puede menos de verse confusa.

P.—¿Qué lentes son las apropiadas para los anteojos de los viejos?

R.—Las *biconvexas*, porque es convexidad lo que hace falta á su *crystalino*, ó sea á la lente de la parte anterior del ojo.

P.—¿Cuáles son las lentes *biconvexas*?

R.—Las que tienen curvatura saliente por sus dos caras.

P.—¿Entonces cuál es el efecto de las lentes *biconvexas*?

R.—Acortar *el foco del ojo* y hacer que la imagen de los objetos venga á formarse sobre la retina.

P.—¿Por qué los *miopes* se acercan los objetos para verlos?

R.—Porque es tanta la distancia que media entre la parte *anterior* y posterior de sus ojos, que la imagen de los objetos distantes viene á formárseles delante de la retina; y al acercarse los objetos, su imagen se retira más del *crystalino*, hasta ir á formarse en aquella parte.

P.—Y por qué los viejos antes los retiran para verlos mejor?

R.—Porque la distancia que media entre la parte anterior y posterior de los suyos, ó mejor, entre el *crystalino* y la *retina* es relativamente corta; sin embargo, cuando los objetos se retiran, esto compensa tal defecto, porque acorta el foco de sus ojos.

P.—¿Por qué los halcones alcanzan á ver á tan inmensas distancias?

R.—Porque dichos animales tienen un músculo en cada ojo, el cual les permite achatar la *córnea* y sumir un poco el *crystalino*.

(Este músculo se llama el *Marsupium*.)

P.—¿Y por qué pueden estos mismos pájaros ver bien hasta á una pulgada de distancia?

R.—Porque sus ojos están provistos de un cerco huesoso flexible que brota fuera la *córnea*, y hace miopes á los tales pájaros, cuando ellos lo necesitan.

P.—¿En cuántas partes puede dividirse un rayo de luz?

R.—En tres: *azul, amarillo y rojo*.

P.—¿Cómo se sabe que un rayo de luz se compone de varios colores?

R.—Recibiéndolo en un pedazo ó barra de vidrio de forma triangular, que es lo que se denomina *prisma*, y al pasar por este medio se le verá distintamente dividido en siete colores: 1.º rojo; 2.º naranjado; 3.º amarillo; 4.º verde; 5.º azul; 6.º añil; y 7.º violado.

P.—¿Por qué divide el prisma el rayo de luz en varios colores?

R.—Porque cada uno de los colores de que se compone el rayo tiene diverso *poder refrangible*, ó lo que es igual, al pasar de un medio á otro se quiebra diferentemente. El rojo es el que menos se quiebra, y el azul el que más. Esto es, pues, lo que hace que al pasar por el prisma quede el rayo separado ó disecado en sus elementos.

P.—¿Cuál es la causa del *arco iris*?

R.—La causa de este fenómeno es la *división ó disección* de los rayos de luz del sol en las gotas de lluvia, la cual tiene lugar cuando las nubes opuestas al sol son muy oscuras y son ellas las que ocasionan la llovizna.

P.—¿Por qué exhiben las pompas de jabón colores tan variados?

R.—Porque el espesor de la película al través de la cual pasan los rayos está variando constantemente; y esta variación de espesor y densidad las hace desigualmente refrangibles.

P.—¿Por qué constantemente varia el espesor de las pompas?

R.—Porque el agua que entra en la composición de su película pesa, y ese peso hace que la que se encuentra en la parte superior de la pompa baje á la inferior, y deje en la primera una especie de coronilla, la cual se va adelgazando más y más, hasta que se revienta.

P.—¿Por qué se ven rojas las nubes hacia el fin de la tarde?

R.—Porque los rayos rojos, que son los menos refrangibles, son los últimos que desaparecen.

P.—¿Por qué se ven también rojas las nubes al rayar la aurora?

R.—Porque los rayos rojos, que son los menos refrangibles, son también los que primero tienen que aparecer.

P.—¿Por qué son más luminosos los bordes de las nubes que los centros?

R.—Porque hacia los bordes esos cuerpos vaporosos son más delgados.

P.—¿Cuál es la causa del *crepúsculo*?

R.—La causa del crepúsculo es la inclinación ó desviación hacia la *tierra* que sufren los rayos del sol, cuando este astro se halla en el horizonte, al tocar ó tropezar contra la atmósfera ó contra las nubes.

P.—¿Para qué hizo Dios la luz compuesta de diferentes colores?

R.—Para variar el color de los diferentes objetos. Si la luz solar fuera de un *solo* color, todos los objetos aparecerían de ese único color, ó quizás negros.

P.—¿Cuál es, pues, la causa de que unas cosas sean de un color y otras de otro?

R.—La causa de esto es, que de todos los colores de que están compuestos los rayos de luz, unos cuerpos reflejan *uno* y otros *otro*, al paso que se absorben todos los demás.

P.—¿Por qué reflejan unas cosas, ó unos cuerpos, un color, y otras cosas ó cuerpos otro?

R.—Porque la superficie de todos es diferente, ya sea que se considere bajo su aspecto físico ó bajo su aspecto químico.

P.—¿Por qué es encarnada la rosa?

R.—Porque su superficie absorbe los rayos de luz azules y amarillos, y refleja únicamente los rojos.

P.—¿Por qué son violadas las violetas?

R.—Porque su superficie absorbe los rayos de luz amarillos y la mayor parte de los rojos, y refleja los restantes rojos y los azules, los cuales combinados dan ese color.

P.—¿Y por qué es amarilla la flor denominada *prímula* ó *primavera*?

R.—Porque la superficie de esta flor absorbe los rayos azules y rojos de la luz solar y refleja los *amarillos*.

(La razón principal de que unos rayos sean absorbidos y otros reflejados, es la variación de magnitud de los *corpúsculos* que componen las sustancias colorantes; así, los *corpúsculos* de la misma densidad del aire, de 21 millonésimas de pulgada de diámetro, reflejan el color púrpura; los de 29 millonésimos de pulgada, el rojo, y así en adelante.)

P.—¿Y por qué algunas cosas son *negras*?

R.—Porque por la naturaleza de su superficie absorben todos los rayos de luz y no reflejan ninguno.

P.—¿Por qué otras cosas son blancas?

R.—Porque por la naturaleza de su superficie no absorben ningún rayo de luz, sino que los reflejan todos.

P.—¿Por qué es negro el *carbón*?

R.—Porque como se ha dicho, la superficie de este cuerpo absorbe todos los rayos del sol que llegan á tocar ó tropezar con ella.

P.—¿Por qué son blancas la *espuma* y las *nubes*?

R.—Porque así la una como las otras se componen de un número infinito de burbujitas ó vesículas, las cuales obran como *prismas* para

dividir los rayos de luz; y estos rayos, al unirse otra vez en uno solo antes de llegar á la vista, dan la apariencia del blanco. Esto mismo hace que sean blancas la nieve, el azúcar y la sal

(La combinación de todos los colores constituye el blanco.)

P.—¿Por qué son *verdes* las hojas de las plantas?

R.—Porque dentro de sus celdas se forma un principio químico peculiar llamado *clorino*, el cual tiene la propiedad de absorber los rayos de luz rojos y de reflejar los azules y amarillos, que reunidos constituyen el verde.

P.—¿Por qué tienen las hojas un color claro en la primavera?

R.—Porque en esa estación el *clorino* no se halla perfectamente formado.

P.—¿Por qué se vuelven las hojas como coloradas ó morenas en otoño?

R.—Porque en esa época sufre una descomposición el *clorino*.

P.—¿Por qué toman las plantas un color amarillo pálido cuando se las hace crecer en la oscuridad?

R.—Porque para que la formación del *clorino* pueda tener efecto se requiere la presencia de los rayos del sol.

P.—¿Por qué no son las patatas ó papas generalmente verdes?

R.—Porque crecen debajo de la tierra, y por lo mismo no puede formarse el *clorino* en su tejido tubular ó celular, porque esta sustancia requiere para su formación la luz del sol. Cuando por acaso las papas se salen de la tierra se ponen verdes.

P.—¿Por qué son algunas cosas *transparentes*?

R.—Porque las partes que quedan entre sus dos superficies tienen un *poder refractor uniforme*, ó en otros términos, porque en todas sus partes tienen una misma densidad, y en consecuencia de esto los rayos de luz pueden salir con facilidad por el lado opuesto.

P.—¿Por qué algunas cosas no son *transparentes*?

R.—Porque las partículas ó átomos que las componen están separadas unas de otras por pequeñísimos *espacios* ó poros, de diferente densidad de la que poseen las mismas partículas ó átomos; y por lo mismo los rayos de luz sufren muchas reflexiones y refracciones en su interior, para que puedan salir con facilidad por el lado opuesto.

P.—¿Por qué aceitando el *papel* y el género blanco, que son opacos, se hacen transparentes?

R.—Porque con esta operación, los poros que se llenan de aceite, tienen poco más ó menos la misma densidad de la materia de que estas cosas están hechas.

P.—¿Por qué el *vidrio*, que es transparente, se vuelve opaco al ser molido ó pulverizado?

R.—Porque entonces esa sustancia no conserva ya una densidad uniforme de una á otra superficie.

P.—¿Por qué son unas superficies *brillantes* y otras *mates*?

R.—Porque unas reflejan los rayos de luz y otras los absorben; las que lo reflejan son las brillantes, y las que los absorben las mates.

P.—¿Por qué los arenales y los desiertos le hieren á uno la vista cuando reciben los rayos del sol?

R.—Porque cada grano de arena refleja los rayos del sol á la manera de un espejo.

P.—Si tomamos por un extremo un palo prendido ó encendido por el otro, y lo hacemos girar rápidamente en contorno, parece describir un círculo de fuego. ¿Por qué es eso?

R.—Porque en la vista persiste ó se queda la imagen del objeto brillante hasta *después* de que este ha *desaparecido*; y como la parte prendida del palo vuelve á pasar en su rápido movimiento cada punto, antes de que la imagen se haya borrado de la vista, ella no puede menos de parecer un *círculo completo*.

P.—Si ponemos dos figuras separadas, como por ejemplo un hombre y un caballo, hacia los dos extremos de un diámetro de un círculo ó disco de cartón, y hacemos girar ese disco al rededor de su centro, el hombre se ve á caballo, ó lo que es lo mismo el hombre y el caballo forman una sola figura. ¿Por qué es eso?

R.—Porque la imagen del caballo persiste en la retina hasta que aparece la del hombre después de dar el disco media vuelta, y al contrario. El instrumento constituido por este disco giratorio, y que está fundado en la persistencia de las imágenes en la retina, se denomina *taumatropio*.

P.—¿Por qué si miramos por algunos minutos una fuerte luz de color rojo, al volver la vista á los demás colores vemos todos de un color *verde azulado*?

R.—Porque el color *verde azulado* es el *complementario* del rojo; y siempre que fijemos la vista por algún tiempo en cualquier color, al retirarnos de él vemos los demás objetos como teñidos del color *complementario* de aquél.

(También se llama color *complementario* el que sería necesario agregar á otro determinado, el cual en este caso recibe el nombre de *primario ó elemental*, para componer la luz blanca.)

P.—¿Por qué percibe la vista el color *complementario* ó *accidental*, cuando el *primario ó fundamental* ha desaparecido?

R.—Porque el nervio óptico que se ha fatigado con la percepción del uno, se encuentra fresco ó descansado para la percepción del otro.

P.—¿Por qué cuando usamos *anteojos* azules, al quitárnoslos lo vemos todo *naranjaado*?

R.—Porque el naranjaado es el color *complementario* ó *accidental* del azul; y como al tenerlos puestos, ó al mirar á través del vidrio azul, se fatiga el nervio óptico con este color, al quitárnoslos vemos su *complementario*.

P.—Si miramos al sol por algunos instantes, al volver á otro lado la vista lo vemos todo de color *violado*. Por qué es eso?

R.—Porque el *violado* es *complementario* ó *accidental* del *amarillo*; y como el sol es *amarillo*, al separar la vista de él, fatigada del amarillo, vemos el *violado*.

P.—¿Y no provendrá la *sombra* oscura que parece proyectarse sobre todo aquello á que dirigimos la vista después de haber mirado por algunos instantes al sol, del deslumbramiento causado por la misma luz?

R.—En parte sí; porque la *pupila se contrae* extraordinariamente por la brillantez del sol, y no se adapta inmediatamente á la luz más

divi- —¿Por qué cuando usamos anteojos blancos ó claros comunes, al
an?arnoslos lo vemos todo fuertemente sombreado?

hr. R.—Precisamente porque los vidrios al través de los cuales vemos
en claros ó blancos, y el negro, como se ha dicho, es el complementa-
rio ó accidental del blanco.

El color complementario del rojo es el *verde azulado ú oscuro*.

El del *naranja* el *azul*.

El del *violado* el *amarillo*.

El del *negro* el *blanco*.

Recíprocamente:

Del *azul* el *naranja*.

Del *amarillo* el *violado*.

Del *blanco* el *negro*.

La ley á que se sujeta todo color complementario es la siguiente: De todo color es complementario el que ocupa la mitad de los del *espectro*. Así si tomamos con un compás la mitad de la faja del *espectro*, y luego apoyamos una de sus piernas sobre un color cualquiera, la otra va á posar en su color complementario.

(Prácticamente)

R.—Porque el aire de esas regiones está entonces frío, sereno y sosegado; y en consecuencia de esto pocas corrientes de aire de cualquier temperatura pueden perturbar ó desbarbar con su presencia la parte de ondas sonoras.

(El capitán Ross oyó las voces de los de su tripulación que conversaban á mil quinientos pasos de donde él estaba.)

P.—¿Por qué no se oyen los sonidos, como los de las campanas distantes, tan distintamente en un día caloroso como en tiempo de hielos?

R.—1.º Porque la densidad del aire es menos uniforme en tiempo muy cálido;

2.º Porque el aire está entonces más enrarecido; y consecuentemente es peor conductor del sonido; y

3.º Porque está más sujeto á las corrientes accidentales que se oponen al progreso de las ondas sonoras.

P.—¿Por qué no podemos oír sonidos, como por ejemplo, los tañidos de campanas distantes, tan distintamente al través de una niebla como en una noche clara?

R.—Porque cuando el aire está cargado de niebla no es de una densidad uniforme, y en consecuencia de esto, las ondas sonoras son detenidas en su curso.

P.—¿Por qué percibimos los sonidos distantes mejor de noche que de día?

R.—1.º Porque el aire de la noche es de una densidad más uniforme, y está menos sujeto á corrientes accidentales; y

2.º Porque la noche es más calmada ó sosegada á consecuencia de la suspensión de los negocios y la baraunda de las gentes.

P.—¿Por qué tiene el aire una densidad más uniforme de noche que de día?

R.—Porque de noche está menos sujeto á las corrientes accidentales, como que las brisas, producidas por la acción de los rayos del sol, cesan generalmente durante la noche.

P.—¿Cómo deberían hacerse las divisiones de los cuartos en las casas para que las conversaciones que tuvieran lugar en uno no se oyesen en los adjuntos?

R.—Deberían hacerse de dos latas, y llenarse el espacio que entre ellas quedara de *acepilladuras* de madera, ó de *aserrín*.

P.—¿Por qué habrían de impedir las *acepilladuras* ó el *aserrín* la trasmisión del sonido de un cuarto á otro?

R.—Porque el sonido tendría que atravesar varios medios de diferentes densidades: 1.º el aire; 2.º el papel de colgadura y las tablas que forman las latas; 3.º el *aserrín* ó *acepilladuras*; 4.º las tablas que formarían las latas del otro lado, y el papel de colgadura que las cubriera; y 5.º el aire del otro lado. En todo cambio de medio disminuye

P.—¿Por qué se detiene ó cesa el sonido de una campana al tocarla en el dedo?

R.—Porque el peso del dedo suspende las vibraciones de la campana; y tan luego como la campana deja de vibrar, dejan de producirse en el aire las ondas sonoras.

P.—¿Por qué produce sonidos desapacibles una campana rajada?

R.—Porque la grieta de la campana produce una doble vibración en ella. Y como las ondas sonoras se *encuentran* y *chocan* unas con otras, unas á otras se impiden el movimiento y producen sonidos disordnantes.

P.—¿Por qué da *sonidos musicales* la cuerda de un violín?

R.—Porque el arco que se tira á través de ella la *hace vibrar*; y la vibración de la cuerda pone en movimiento el aire, produciendo sonidos ó notas musicales.

P.—Por qué suecan los tambores?

R.—Porque sus parches de pergamino vibran á los golpes que reciben con baquetas, y esta vibración de los parches pone en movimiento el aire, ó lo que es lo mismo produce las ondas sonoras.

(Las mismas causas ni más ni menos son las que producen los sonidos en los vasos músicos, las flautas, los pianos, &c. &c.)

P.—¿Por qué son en los instrumentos unas notas *bajas* y otras *altas*?

R.—Porque las vibraciones lentas de los cuerpos elásticos producen sonidos ó profundos; al paso que las vibraciones *rápidas* los producen *altos* ó *tiples*.

P.—¿Por qué son los instrumentos *llanos* cuando no están templados sus cuerdas?

R.—Porque entonces sus vibraciones son demasiado lentas, y en consecuencia de esto los sonidos no son bastante *elevados* ó agudos.

P.—¿Por qué las personas que viven á alguna distancia de las poblaciones oyen en ocasiones las campanas de las iglesias, y en otras no?

R.—Porque las nieblas, la lluvia y la nieve echan al paso al sonido; pero cuando el aire está frío y claro el sonido se propaga más fácilmente.

P.—¿Por qué no podemos oír sonidos como los de las campanas de las iglesias en tiempo de lluvia, nieve, &c. &c.?

R.—Porque las lluvias, las nieves, &c. atraviesan las ondulaciones de las ondas sonoras destruyéndolas parcial o completamente.

P.—¿Por qué podemos oír los tañidos de las campanas distantes

—¿Por qué son las montañas silenciosas y tranquilas?

R.—Porque el aire que rodea las montañas se encuentra *muy enrarecido*; y á medida que el aire se enrarece, el sonido se hace menos *intenso*.

P.—¿Y cómo puede cerciorarse uno de que el enrarecimiento del aire *disminuye* la intensidad del sonido?

R.—Poniendo dentro del recipiente de una bomba neumática una cajita de música, una campana, ó cualquiera otro cuerpo sonoro, y haciendo el vacío. A medida que el aire se enrarece, el sonido se hace más y más débil; de suerte que en el vacío absoluto, si fuera posible obtenerlo, se apagaría ó extinguiría completamente.

P.—Cuál es la causa del eco?

R.—La causa del eco es la reflexión ó rebote de las ondas sonoras al dar contra un obstáculo cualquiera, como una pared, un collado, una masa de aire de mucha densidad, &c. &c.

(Las leyes que sigue el eco á este respecto son las mismas que rigen la reflexión de la luz.)

P.—¿Qué lugares son los que tienen más fama de producir ecos?

R.—Las cavernas, las grutas, los conventos ó abadías arruinadas, los grandes salones desocupados, las revueltas de los largos pasadizos, las naves de las iglesias catedrales, las montañas y los ventisqueros.

P.—¿Por qué son las cavernas, las grutas, las ruinas, &c. &c. famosas por sus ecos?

R.—Porque las ondas sonoras no pueden pasar más allá de la caverna ó de la gruta, y por lo mismo tienen que rebotar repetidas veces de las paredes, produciendo ecos múltiples.

P.—¿Por qué la reflexión del sonido en las paredes de un cuarto ó una iglesia de tamaño ordinario no produce eco?

R.—Porque cuando el obstáculo que origina la reflexión del sonido está muy próximo al cuerpo que produce el sonido original, el eco resultante se confunde con este, y los dos no hacen experimentar sino una sola sensación al oído.

(El sonido tiene una velocidad de 337 á 340 metros por segundo; como en un segundo no se pueden pronunciar más de cinco sílabas, para que se pueda percibir el eco monosilábico, ó de la última sílaba, se requiere que el obstáculo que refleja el sonido esté á 34 metros de distancia, décima parte de 340; ó que la distancia de ida y vuelta sea de 68 metros, quinta parte de los que recorre el sonido en un segundo.)

P.—¿Por qué reflejan los edificios muy vastos, como las catedrales, la voz de los oradores produciendo ecos?

R.—Porque las paredes de esos edificios quedan tan distantes de los oradores, que el eco no alcanza á llegar á tiempo de confundirse con los sonidos originales; y por lo mismo el eco y estos se oyen separadamente.

P.—Por qué algunos repiten solamente una sílaba?

R.—Porque el cuerpo que produce el eco se encuentra muy cerca. Mientras más distante se halle el cuerpo que produce el eco, más sonidos se reflejarán: por lo mismo, si está muy cerca, es decir, á una distancia como de 34 metros no más, el eco no repetirá sino la última sílaba.

P.—¿Por qué algunas veces el-eco repite dos ó más sílabas?

R.—Porque el cuerpo que lo produce está muy distante, y por lo mismo hay tiempo de que pase ó desaparezca una reflexión antes de que la otra llegue al oído. Por ejemplo, si el cuerpo reflector se halla á 34 metros de distancia, el eco será monosilábico; si á 68, disilábico; si á 102, trisilábico; si á 136, repetirá claramente cuatro sílabas, y así en adelante; porque siendo la velocidad del sonido de 340 metros por segundo, y no pudiéndose pronunciar distintamente en un segundo más que cinco sílabas, es claro que en un quinto de segundo recorrerá el sonido la quinta parte de 340 metros, ó sean 68. Si el objeto reflector se halla, pues, á 34 metros, el sonido tendrá que recorrer 68 en ida y vuelta; y como queda ya un quinto de segundo entre el sonido articulado y el reflejado, el uno no se confundirá con el otro, y el eco será monosilábico; si está á 68 quedan de intervalo entre uno y otro dos quintos, y el eco será disilábico, &c. &c.

P.—Por qué se oyen algunas veces á un mismo tiempo dos ó más ecos de un mismo sonido?

R.—Porque hay varias superficies reflectoras que lo reciben y la reflejan unas en pos de otras.