

# LA CIENCIA DE LAS COSAS FAMILIARES

## PARTE I.

### EL CALOR.

#### INTRODUCCION.

Pregunta.—Qué es el calor?

Respuesta.—El calor es la causa que produce en nosotros la sensación que llamamos así.

P.—Cómo se produce esta sensación?

R.—Cuando tocamos una sustancia más caliente que nosotros corre un *fluido sutil*, invisible, de esa sustancia más caliente, y produce en nuestros nervios la "sensación del calor."

P.—¿Cómo se llama ese *fluido sutil invisible* que corre de la sustancia más caliente?

R.—*Calórico*. El calórico es, por lo tanto, el agente que produce la sensación del calor; pero también se denomina *calor* la sensación misma.

P.—¿Cuáles son las cuatro principales fuentes del calor?

R.—1.ª El Sol. 2.ª La Electricidad. 3.ª La Acción química, y 4.ª La Acción mecánica.

#### CAPITULO I.

##### EL SOL.

P.—¿Cuál es la principal fuente del calor?

R.—El Sol.

P.—¿Por qué prenden ó incendian las *lentes* las sustancias sometidas á su poder?

R.—Porque cuando los rayos del Sol traspasan una lente, todos se dirigen ó convergen á un punto llamado *foco*; en virtud de esto y el calor de este punto se aumentan extraordinariamente.

P.—¿Por qué queda un borde oscuro alrededor de este *foco*?

R.—Porque los rayos de luz se inclinan del borde al *foco*.

P.—¿Todos los rayos se dirigen á un solo punto?

R.—No todos precisamente: y, por eso, el borde ó margen que rodea al foco no es completamente negro, sino apenas oscurecido.

## CAPITULO II.

### LA ELECTRICIDAD.

P.—¿Cuál es la segunda fuente principal del calor?

R.—La Electricidad.

P.—¿Qué cosa es el rayo?

R.—El rayo es la electricidad acumulada en las Nubes y que se descarga de una en otra.

*Lo mismo que una botella de Leyden.*

P.—¿Qué causa la descarga de una nube eléctrica?

R.—Cuando una nube *recargada* de fluido eléctrico se acerca á otra que está menos cargada, el fluido se precipita de la primera á la segunda, hasta que ambas contienen la misma cantidad de él.

N. B. Se supone, generalmente, que hay dos especies diferentes de electricidad: una denominada Vitrea y otra Resinosa. La primera se puede obtener frotando una barra de vidrio con una tela de lana; la segunda, frotando una de azufre, de lacre, de caucho ó de cualquiera resina. Una vez frotada así, la primera como las segundas atraerán los cuerpos pequeños que se les acerquen, y, á manera de lo que tiene lugar en las nubes, descargarán en ellos su electricidad.

P.—¿Hay otra causa del rayo, además de la mencionada?

R.—Sí; algunas veces las montañas, los árboles y las veletas, descargan el rayo de una nube que flota cerca; y algunas veces también el fluido eléctrico se lanza de la tierra para descargarse en las nubes.

P.—¿Qué produce la electricidad de las nubes?

R.—En primer lugar, la *evaporación* de la superficie de la tierra; en segundo, los *cambios químicos* que tienen lugar en la misma superficie de ésta; y en tercero, las corrientes de aire de desigual temperatura, que al pasar una cerca de otra excitan la electricidad por *fricción* ó frotamiento.

P.—¿A qué distancia de la tierra están las nubes que producen el rayo?

R.—A veces se hallan á una altura de 2½ kilómetros ó más, y tocan, ocasionalmente la tierra con uno de sus bordes; pero muy raras veces se descargan en *tormenta* á menos de 640 metros de elevación sobre la superficie del suelo.

P.—¿A qué altura están las nubes generalmente?

R.—En un día despejado, á la altura ya dicha de 2½ á 3 kilómetros sobre nuestras cabezas; pero la altura ó elevación *media* de las nubes es de poco menos de un kilómetro á un kilómetro tres decímetros.

P.—¿Por qué es el rayo algunas veces quebrado?

R.—Porque la nube que lo produce está á muy larga distancia; y la *resistencia del aire* es tan grande, que la corriente eléctrica se quiebra y hace un camino en zig-zag.

P.—¿Cómo obra la resistencia del aire para quebrar el rayo en zig-zag?

R.—Como el rayo *condensa* el aire en la parte inmediatamente anterior de su curso, huye de una á otra parte con el objeto de pasar por donde haya *menos resistencia*.

P.—¿Por qué se ven algunas veces dos destellos; quebrados del rayo á un mismo tiempo?

R.—Porque (y esto sucede en las tormentas sumamente fuertes) la chispa ó destello se divide en dos ó más partes por la grande resistencia que entonces presenta el mismo aire condensado, cada una de las cuales asume ó toma la forma de zig-zag.

P.—¿Por qué es el relámpago algunas veces perfectamente recto?

R.—Porque la nube que produce el rayo, ó la nube cargada, se encuentra cerca de la tierra; y, como la chispa eléctrica halla poca ó ninguna resistencia en las *capas* ó *masas* del aire, no se divide; ó en otras palabras, entonces el rayo es recto.

P.—¿Por qué es el rayo extendido á la manera de un gran manto?

R.—Unas veces por la reflexión de los relámpagos distantes que no son visibles distintamente; otras veces eso no es sino efecto de varios relámpagos confundidos unos con otros ó mezclados.

P.—¿Qué otras formas suele asumir ó presentar el rayo?

R.—Algunas veces el relámpago producido por él es globular; de todas las formas que puede asumir el rayo, esta es la más peligrosa.

P.—¿Qué son esos globos de fuego que algunas veces caen á la tierra durante las tormentas?

R.—Son masas de gas explosivo que se forman en el aire; generalmente éstas se mueven más lentamente que el rayo.

P.—¿Por qué son esas bolas ó globos de fuego en tan alto grado, peligrosas?

R.—Porque, cuando caen, estallan como un cañón, y al tiempo de su estallido es cuando producen mucho daño.

P.—¿Ruedan siempre por el suelo esas bolas?

R.—Sí; á veces hasta por una distancia muy considerable, y luego estallan en un solo conjunto ó todo.

Otras se rompen en numerosas *bolas pequeñas*, cada una de las cuales estalla de un modo semejante.

P.—¿Qué daño suelen producir estas bolas de fuego?

R.—Suelen incendiar las casas y las haciendas; y matan todo el ganado y los hombres que llegan á encontrar en su curso.

P.—¿Por qué el rayo mata á veces á los hombres y á las bestias?

R.—Porque, cuando la corriente eléctrica pasa por un hombre ó por una bestia, produce una *convulsión de nervios tan violenta*, que destruye la vida.

P.—¿Cuándo sucede que una persona es herida de muerte por el rayo?

R.—Solamente cuando el cuerpo de ésta, forma parte del sendero que debe recorrer el rayo; ó mejor dicho, cuando el fluido eléctrico, en el camino que hace hacia la tierra, pasa accidentalmente por su cuerpo.

P.—¿Por qué quedan algunas veces los hombres entorpecidos por el rayo?

R.—Porque el fluido eléctrico produce una *acción sobre los nervios* apenas suficiente para producir este efecto; pero no para destruir la vida.

P.—¿Qué cosa es el trueno?

R.—El ruido producido por el sacudimiento del aire al tiempo de cerrarse, después de haber sido separado ó dividido al producirse el rayo.

(Parte de este sonido se debe también á algunos fenómenos físicos y á algunos cambios químicos producidos en el aire por el fluido eléctrico.)

P.—¿Por qué divide el rayo el aire á través del cual pasa y no divide una barra de hierro?

R.—Porque como el hierro es *buen conductor*, permite al fluido que pase libremente por él; en tanto que el aire, *mal conductor*, se resiste á su paso.

P.—¿Por qué es el trueno á veces una sola detonación violenta?

R.—Porque cuando esto sucede, la nube que produce el rayo está cerca de la tierra; y entonces todas las vibraciones del aire, que son la causa del sonido, alcanzan á ser percibidas por el oído á un mismo tiempo, y por lo mismo no forman sino una sola detonación.

P.—¿Por qué esa detonación es otras veces á manera de un redoble prolongado, ó de un rugido entrecortado é irregular?

R.—Porque la nube productora del rayo se halla sumamente lejos; y como algunas de las vibraciones del aire tienen que recorrer una distancia mayor que las otras, llegan al oído en tiempos diferentes, y producen ese *sonido continuado*.

P.—¿Cuáles vibraciones serán oídas primero?

R.—Las producidas en las porciones inferiores del aire.

P.—¿Por qué esas vibraciones que tienen lugar últimamente, son las que se oyen primero?

R.—Porque la chispa ó destello, que produce el sonido, es casi *instantánea*; pero el sonido invierte por término medio un *segundo de tiempo* para recorrer una distancia de 330 metros.

P.—¿Si la descarga eléctrica de una nube tuviera lugar á 1,650 metros, cuánto tardaría en oírse el trueno?

R.—*Cinco segundos*: primero oíríamos las vibraciones producidas en aquellas porciones de aire contiguas á la tierra; luego las producidas en las más remotas; y pasarían 5 segundos cuando menos, antes de que las últimas vibraciones, es decir, las vibraciones que tuvieran lugar en la inmediata vecindad de la nube, llegáran hasta nosotros.

$330 \text{ metros} \times 5 \text{ segundos} = 1650 \text{ metros.}$

(Hay un medio vulgar para poder calcular á qué distancia poco más ó menos tiene lugar la tormenta. Inmediatamente que se percibe el relámpago, se toma uno mismo el pulso y cuenta las pulsaciones que éste dé desde este momento hasta aquél en que se deja oír el trueno: si por ejemplo son 6 las pulsaciones que tienen lugar en este intervalo de tiempo, la tormenta está próximamente á una distancia de 1900 á 2000 metros, ó sean 2 kilómetros; si son 12 las pulsaciones, está rá á una distancia de 4 kilómetros, y así sucesivamente.

Para persuadirse uno de que este cálculo es bastante aproximado, basta hacer disparar á una distancia conocida cualquier arma de fuego y observar por medio de un reloj el número exacto de segundos de tiempo que median entre la observación del fogonazo y el momento en que se percibe la detonación. Esta experiencia sale mucho mejor practicada de noche. Sin embargo, hay muchas causas que hacen variar la velocidad del sonido y entre estas las más notables son la diferencia de *densidad* del aire y la dirección de su corriente. A mayor densidad mayor velocidad; á menor, menor; á carencia absoluta de materia, negación absoluta de sonido. Ahora, dirección favorable de la corriente, aumento de velocidad; dirección contraria, disminución de ésta.)

P.—¿Por qué se oye á veces el trueno como un profundo rugido?

R.—Porque en esas ocasiones la tempestad está *muy distante*; y por lo mismo el sonido del trueno no es muy distinto.

P.—¿En el sonido del trueno no *influyen nunca circunstancias locales?*

R.—Sí; mientras más llana es la comarca, más igual ó menos entrecortada es la detonación. Una región montuosa la quiebra y la hace más dura é irregular.

P.—¿Qué causa el sonido prolongado del trueno?

R.—Las vibraciones del aire, que teniendo que recorrer diferentes longitudes, llegan al oído en intervalos sucesivos.

La reflexión del sonido, que tiene lugar contra la parte más densa de las nubes, ó sea el eco, en gran manera contribuye también á este efecto.

Algunos consideran el relámpago, no como una sola chispa eléc-

R.—Una nube que flota sobre una llanura puede estar muy lejos de poder ser descargada por ella á causa de la distancia; pero si un árbol ó un ángulo aliente de un edificio acortan esa distancia, no tardará en descargar, ó por el uno ó por el otro, en virtud de la aproximación de estos buenos conductores.

P.—¿Y el aire no es también conductor del rayo?

R.—No: cuando está seco, el aire no es buen conductor; cargado de *humedad*, es un conductor tal cual.

P.—¿Por qué es esa tendencia del rayo á pasar de un árbol ó de un edificio al hombre que se encuentra cerca?

R.—Porque el fluido eléctrico siempre escoge para sendero suyo el cuerpo mejor conductor; y por lo mismo, si el fluido humano resulta ser mejor conductor que la sustancia del árbol, pasaría más bien por el cuerpo del hombre que esté cerca del árbol que por el árbol mismo, en su descenso á la tierra. De lo dicho no habría riesgo, si el árbol ó el edificio fueran hechos de metal; porque el metal es mejor conductor que los fluidos humanos. Respecto de los árboles tampoco es mucho el riesgo cuando son muy poco resinosos.

P.—Si un rayo cae sobre un árbol ¿por dónde baja á la tierra, por el lado exterior ó por el interior?

R.—Por el exterior; pero si cae sobre un hombre, baja por dentro de él.

P.—¿Por qué baja el rayo por la parte exterior del árbol y no por la interior?

R.—Porque el rayo escoge siempre los *mejores conductores*; y el exterior del árbol, ó sea la parte de fuera de la corteza, que contiene menos resina, es mejor conductor que la parte interna.

P.—Y ¿por qué pasa el rayo por el interior del hombre?

R.—Porque los fluidos del cuerpo humano son un conductor mucho mejor que la *piel*; por lo tanto el rayo baja á la tierra por dentro y no por fuera del hombre.

P.—¿Por qué es peligroso estar cerca de un río, ó de cualquiera otra *agua corriente* durante una tempestad?

R.—Porque el agua corriente es un buen conductor; y como ya se ha dicho, el rayo siempre escoge por el camino los *mejores conductores*.

P.—¿Por qué es peligroso estar cerca del agua en una tormenta?

R.—Porque la altura de un hombre puede ser suficiente para hacer descargar una nube, y (si no hubiere cerca otro objeto más elevado) el rayo puede tomarlo á uno por conductor, en su dirección al agua.

P.—¿Por qué es peligroso repicar las campanas de una iglesia mientras dura una tempestad?

R.—Por dos razones: La primera es, porque el campanario puede descargar la nube, por causa sólo de su elevación; y la segunda, porque el tañido de las campanas pone el aire en movimiento, y este movimiento *disminuye* su resistencia al fluido eléctrico.

P.—¿Por qué no es bueno correr á pie ó á caballo, ó andar en coche aceleradamente durante una tempestad?

R.—Porque todo esto produce *corriente de aire*; y, como el aire en movimiento presenta menos resistencia á la chispa eléctrica, es mejor conductor que *el aire en estado de reposo*.

P.—¿Qué partes de una habitación son más peligrosas durante una tempestad?

R.—El hogar, especialmente si el fuego está encendido, las alacenas y los muebles. También es imprudente sentarse uno pegado á las pa-

des, tirar de las campanillas y correr los cerrojos á los postigos de las puertas.

P.—¿Por qué es peligroso sentarse al fuego durante una tempestad?

R.—Porque el aire caliente y por lo mismo enraquecido, es conductor del rayo, lo mismo que el hollín, en especial cuando están ligados en conductores tan excelentes como el hornillo de la estufa, el guardaleño y la chimenea.

P.—¿Por qué son los adornos, estantes, armarios, &c., más peligrosos durante una tormenta, que el centro de las piezas?

R.—Porque el rayo unas veces pasa de las *nubes* á la tierra y otras de la *tierra* á las *nubes*; así en uno y otro caso el centro de las habitaciones, que está distante de todo conductor, será el lugar más seguro.

P.—¿Cuándo pasa el rayo de la tierra á las *nubes*?

R.—Cuando las *nubes* están en un estado negativo de electricidad.

P.—¿Cuándo pasa de las *nubes* á la tierra?

R.—Cuando las *nubes* están en un estado positivo.

P.—¿Qué significa eso de cuando las *nubes* estén en un estado positivo de electricidad?

R.—Cuando las *nubes* contienen mayor flúido eléctrico del que acostumbra en circunstancias ordinarias, se dice que se encuentran en un estado positivo de electricidad; y cuando las *nubes* contienen menos flúido eléctrico del que deben tener en las mismas circunstancias, se dice que se encuentran en un estado negativo.

P.—De qué proceden el rayo y el relámpago, de un cuerpo positivo de un cuerpo negativo?

R.—Siempre de un cuerpo recargado de electricidad ó de un cuerpo positivo.

Generalmente se cree que de las dos clases de electricidad *vitrea* y *resinosa* de que ya se ha hablado, la primera corresponde en esta otra clasificación á la positiva, y la segunda, á la negativa. Siendo esto así, pueden tomarse por equivalentes ó sinónimas las expresiones electricidad *vitrea* y electricidad positiva, y las otras dos, *resinosa* y negativa.

P.—¿Cómo se llama el rayo cuando parte de la tierra á las *nubes*?

R.—Generalmente se denomina *centella ascendente*.

La tierra entonces, que estaba recargada de flúido eléctrico, devuelve á las *nubes* la cantidad que constituía su exceso de electricidad.

P.—¿Por qué es peligroso recostarse contra una pared durante una tormenta?

R.—¿Porque el flúido suele bajar de las *nubes* á la tierra por las paredes, ó *ascender* de la tierra á las *nubes* siguiendo el mismo camino; y como el hombre es mejor conductor que las paredes, podría dejar la pared y descender ó *ascender* por el hombre.

P.—Por qué es peligroso tirar de las campanillas ó campanas durante una tormenta?

R.—Porque el alambre ó hilo metálico de que es costumbre suspender las campanas, es un excelente conductor; y si alguno fuera á tocar, por ejemplo, el badajo, el flúido eléctrico que bajara por el hilo, podría pasar por camino la mano y causarle daño.

P.—¿Por qué habría de pasar el rayo del badajo de la campana al que estuviera tocándola?

R.—Porque el cuerpo humano es mejor conductor que la pared intermedia entre el badajo y el suelo; y como el rayo elige siempre los mejores conductores, elegiría en este caso el cuerpo del que estuviera tocándola, y no sin perjuicio para él.

P.—¿Por qué es peligroso correr los cerrojos de los postigos durante una tormenta?

R.—Porque las barras de hierro de los postigos son excelentes conductores, y el fluido eléctrico puede pasar de la barra á la persona que la toque.

P.—¿Por qué es peligroso estar en un tumulto de gente durante una tormenta?

R.—Por dos razones, á saber: porque un conjunto ó reunión de gentes forma un conductor mejor que un solo individuo; y porque los vapores que se levantan de una muchedumbre; aumentan el poder conductor del aire y por lo mismo el del conjunto ó reunión.

P.—¿Por qué es mejor conductor un conjunto de personas que una persona sola?

R.—Cada individuo es conductor de la electricidad, y por eso mismo un conjunto de individuos, como conjunto de conductores que es debe naturalmente aumentar este poder y ser más á propósito para ser herido que uno solo. Por otra parte, como el vapor es buen conductor mientras más conductores haya, mayor será también el riesgo.

Por estas razones es peligroso estar durante una tormenta en el teatro ó en otras reuniones numerosas, así como cerca de los rebaños de ganado.

P.—Si una persona se halla á descubierto en una tormenta, ¿cuál el lugar más seguro?

R.—Cualquiera que se halle de veinte á treinta piés de un árbol elevado ó de un edificio; excepto si se coloca cerca de una corriente de agua.

P.—¿Por qué sería más seguro estar á veinte ó treinta piés de distancia de un árbol elevado durante una tormenta?

R.—Porque el rayo escogería siempre por conductor el árbol elevado, y á la distancia expresada no estaríamos bastante cerca del árbol para que el rayo, separándose de éste, nos tomara á nosotros por conductores.

P.—Si una persona está en un carruaje durante una tormenta, ¿de qué manera podrá viajar con más seguridad?

R.—Cuidando de no recostarse contra el carruaje; antes bien, manteniéndose recto sin tocar ninguno de sus cuatro costados.

P.—¿Por qué no se deben tocar los costados del carruaje en una tormenta?

R.—Porque el fluido eléctrico puede bajar por los costados del carruaje, y si una persona está recostada contra ellos, el rayo puede escoger á esta persona por conductor, y tal vez causarle la muerte.

P.—Si una persona está en una casa durante una tormenta, ¿qué lugar debe elegir como más seguro?

R.—El centro de cualquiera pieza del piso medio; este es el punto más seguro, especialmente si uno se sienta sobre una cama, un colchón ó unas mantas ó frazadas.

P.—¿Por qué es el piso medio de una casa más seguro en una tormenta que lo demás?

R.—Porque el fluido, una vez que llegue á coger la casa, se difundirá por los varios conductores que encuentre en la parte superior antes de llegar al piso intermedio, lo cual debilitará su fuerza.

P.—¿Por qué es más seguro el centro de un cuarto que cualquier otra parte del mismo?

R.—Porque el rayo, si cayere en el cuarto, bajar, } por la chimenea,  
la hay, ó por las paredes; y por lo mismo mientras } mayor sea la dis-  
tancia á que uno se encuentre de estas cosas, tanto n } jor.

P.—¿Por qué una cama, un colchón ó unas mantas son una buena seguridad contra los efectos del rayo?

R.—Porque estas cosas no son buenos conductores, y como el rayo escoge siempre los mejores conductores, no las escogerá.

P.—¿Qué es mejor durante una tormenta, ¿estar perfectamente calado de agua ó estar perfectamente seco?

R.—Estar perfectamente calado: si uno está á campo abierto, lo mejor que puede hacer es mantenerse como á unos veinte piés de algún árbol, de modo que la lluvia que caiga lo empape perfectamente.

P.—¿Por qué es mejor estar empapado que seco?

R.—Porque los *vestidos mojados* forman un conductor mejor que los *hijos* de nuestro cuerpo; por lo tanto el rayo que llegara á caernos, podía bajar por nuestros vestidos sin tocarnos en parte alguna.

P.—¿Qué es lo mejor que puede hacer uno para evitar los riesgos á que está expuesto por razón de los rayos?

R.—Retirar su cama lo más posible de las paredes.

P.—¿Qué cosa es el Pararrayos?

R.—El *Pararrayos* es una barra de metal fija en la tierra, que recode abajo á arriba una de las paredes más elevadas de cualquier edificio, y cuya punta supera en altura sus ángulos más salientes.

P.—¿Cuál es el metal más á propósito para los pararrayos?

R.—El cobre, porque este es el metal mejor conductor.

P.—¿Y por qué se prefiere el cobre al hierro?

R.—1.º Porque el cobre, como ya se dijo, es mejor conductor;

2.º Porque no se funde ó derrite tan fácilmente como aquél; y

3.º Porque sufre poco con el tiempo ó se oxida menos.

P.—¿Cuál es el uso ú objeto del *pararrayos*?

R.—Como los metales son excelentísimos conductores, el rayo baja por la varilla metálica del pararrayos, más bien que por las paredes del edificio que éste defiende, pues es ese su objeto.

P.—¿Qué cantidad del edificio defiende un pararrayos? ó ¿á cuánto extiende un pararrayos su benéfica influencia?

R.—Un pararrayos protege ó defiende un espacio, en contorno, de cuatro veces la longitud de la parte de la varilla que lo forma que sale fuera del edificio que este protege. Por ejemplo: si la varilla del pararrayos que protege una casa se levanta sobre ésta 2 cuartas, el pararrayos protegerá la porción del edificio que quede comprendida en la circunferencia descrita con un radio de 8 cuartas alrededor del pie de la arilla ó una circunferencia de 48 cuartas.

P.—¿Por qué siendo tan buenos los pararrayos no se ponen dondequiera?

R.—Porque son muchos los accidentes que puede producir su construcción defectuosa.

P.—¿Qué accidentes pueden tener lugar?

R.—Sí, por ejemplo, por el trascurso del tiempo, ó por cualquiera otro accidente, se llega á romper la varilla, una vez interrumpida la corriente, el rayo dañará el edificio.

P.—¿Hay todavía otro que temer?

R.—Sí; si la varilla no es suficientemente gruesa para poder conducir al suelo toda la corriente, la parte detenida fundirá la varilla: y

tan luego como se funda la varilla, se interrumpirá la corriente y cesará el edificio.

(Como las varillas del grueso de dos centímetros de diámetro se requieren para que sea libre el paso del fluido, no se prestan á seguir el contorno de los edificios, generalmente se dividen los rayos en dos partes: una de estas partes es la *varilla* y la otra el *conductor*. La varilla es la parte que sale fuera del edificio, ordinariamente de 6 á 8 metros, y terminada en una punta muy bruñida para que se oxide; el conductor se forma de tres alambres de cobre ó de hierro, de un centímetro de diámetro cuando menos, torcidos á la parte que deba quedar dentro para hacer más fácil la comunicación con el suelo. También se suelen llenar estos pozos de cisco de retán que es muy buen conductor del fluido.)

P.—¿Cómo derriba á veces el rayo las casas y las iglesias?

R.—Al caer sobre los campanarios, las veletas ó chimeneas, el rayo salta de una á otra de las barras y grampas de hierro empleadas en el edificio, por ser estas cosas los mejores conductores, reduciendo á trozos los ladrillos y piedras que se oponen á sus progresos.

P.—¿Por qué vuelve agria la leche el rayo?

R.—Porque al pasar por el aire el rayo produce combinación de los gases de este que atraviesa, lo cual da origen á un veneno denominado *ácido nítrico*. La corta cantidad de este veneno que se mezcla en la leche, es la que varia su naturaleza, ó como se dice vulgarmente la agria. Este efecto puede también ser producido por el calor desarrollado durante la tormenta.

P.—¿Qué diferencia existe entre la combinación y la mezcla?

R.—Cuando varios ingredientes se reúnen sin experimentar ningún cambio químico, se dice que están mezclados; pero cuando propiedades de cada uno se alteran en la unión, se dice que esos ingredientes están combinados:

Ejemplo: Si tomamos arenas de diferente color y echándolas en un frasco agitamos su contenido, la arena de diferentes colores se aclarará, no se combinará; pero si derramamos agua sobre un poco de cal viva, el agua se combinará con la cal y no se mezclará. Los granos de arena, aunque reunidos promiscuamente, no han perdido ninguna de sus propiedades; cada uno es como era antes. Por el contrario, cuando una vierte agua sobre cal, el agua altera las propiedades de la cal, y la cal altera las del agua.

P.—En el aire común los elementos de que éste se compone, oxígeno y nitrógeno, ¿cómo están, mezclados ó combinados?

R.—Solamente mezclados, como los granos de arena agitados dentro del frasco. Cuando el oxígeno y el nitrógeno se combinan, constituyen aire, sino un ácido venenoso, el *ácido nítrico*.

P.—¿Por qué vuelve el rayo agria la cerveza aun cuando esté contenida en vasijas cerradas?

R.—Porque (y esto sucede cuando la cerveza es nueva, y por el mismo el estado de su fermentación es incompleto) el rayo precipita ésta hasta volver el azúcar *ácido nítrico*, sin que pase por el estado intermedio del *alcohol*.

P.—¿Por qué la cerveza vieja y el *pórtor* fuerte no se vuelven agrios por el rayo?

R.—Porque la fermentación de estos líquidos es más completa, y, por lo tanto, es menos afectada por la influencia eléctrica.

P.—¿Por qué funde á veces el rayo los metales?

R.—Porque cuando los coge en dimensiones poco considerables, los no pueden dar libre paso á la corriente eléctrica, y la corriente venida, que como se ha dicho, se convierte en calor, no puede menos fundirlos.

P.—¿Por qué el rayo purifica el aire?

R.—El rayo purifica el aire: 1.º Porque el fluido eléctrico en su paso por la atmósfera, combina el oxígeno y el nitrógeno del aire, formando *ácido nítrico*.

2.º Porque la agitación de la tormenta agita en extremo el mismo aire y con esta agitación lo mezcla y purifica.

P.—¿Cómo purifica el aire la producción del ácido nítrico?

R.—El *ácido nítrico* obra muy poderosamente como destructor de las exhalaciones que provienen de las materias vegetales y animales por putrefacción.

P.—¿Por qué son los rayos más comunes en el verano y en el otoño que en la primavera y en el invierno?

R.—Porque el calor del verano y del otoño produce una grande evaporación del suelo; y la conversión del *agua* en *vapor* siempre desarrolla electricidad.

P.—¿Por qué siguen generalmente las tormentas al buen tiempo?

R.—Porque en el buen tiempo el aire está seco (ó por lo menos, por efecto del calor, dista más de su punto de saturación) y el aire seco que no es conductor no puede aliviar á las nubes del exceso de electricidad; lo que hace que el fluido se *acumule* en las nubes hasta el punto de descargarse en tormenta.

P.—¿Por qué las tormentas siguen muy pocas veces al tiempo de lluvia?

R.—Porque el aire húmedo ó la lluvia que cae, que son buenos conductores, bajan á la tierra gradual y silenciosamente el fluido eléctrico producido en las nubes, principalmente por la evaporación de la tierra.

P.—¿Cuál es la dirección general de las tormentas?

R.—O de *oriente á poniente*, ó de norte á sur.

P.—¿Por qué es la electricidad *excitada* por *fricción*?

R.—Porque la electricidad, como el calor, existe en toda materia, pero en un *estado latente* (es decir, no manifesto ó disfrazado) y la fricción perturba este estado de equilibrio y hace que éntre el fluido en acción.

P.—¿Por qué son á veces los árboles chamuscados por el rayo, como si se les hubiese metido en el fuego?

R.—Porque el rayo posee calor de la misma naturaleza del producido por la combustión de la leña ó el carbón.

P.—¿Por qué sueltan á menudo los árboles su corteza al golpe del rayo?

R.—Porque el calor latente del árbol (que es muy rápidamente desarrollado por el fluido eléctrico) en su impetuosidad obliga á la corteza á desprenderse.

(Alguna parte de este efecto es debida, probablemente, á la fuerza mecánica del rayo.)

P.—¿Por qué el rayo desprende ó desgaja las ramas de los árboles?

R.—Porque la fuerza mecánica del rayo es grande, y como las ramas son imperfectos conductores, no pudiendo dar paso al fluido, éste las desgaja.

P.—¿Por qué se siente el choque eléctrico más en el codo que en otras partes?

R.—Porque el paso del fluido es interrumpido por la coyuntura; así el choque que se siente en el codo es causado por el salto del fluido de un hueso á otro.

P.—¿Acompaña á la electricidad algún olor particular?

R.—Sí; cerca de una máquina eléctrica poderosa y en buen estado que se hace funcionar, hay siempre un olor peculiar, semejante al del azufre y al del fósforo; la sustancia que produce este olor se denomina ozono.

P.—¿Se ha observado el olor del azufre en las tormentas?

R.—Sí; algunas prevalece durante ellas el olor del azufre, y otras el fosfórico.

(Si el cuerpo gaseoso denominado ozono, que queda libre por efecto del rayo, nos llega en la forma *concentrada*, el olor es sulfuroso; si en la forma diluida, es fosfórico.)

P.—¿Qué son las *fulguritas*?

R.—Unos tubos huecos producidos en los terrenos arenosos por la acción calorífica del rayo.

P.—¿Por qué produce el rayo fulguritas?

R.—Cuando el rayo entra en la tierra funde la materia dura, es decir, guijarrosa, del suelo, y hace de ella una sustancia *vitrea* ó *crystalina*, que es lo que se llama fulgurita.

P.—¿No afecta algunas veces el rayo el carácter ó la naturaleza del hierro y del acero?

R.—Sí; las barras de hierro y de acero se vuelven algunas veces magnéticas por efecto del rayo.

P.—¿Qué otros efectos magnéticos produce el rayo?

R.—Algunas veces cambia las agujas magnéticas empleadas en los telégrafos y en la navegación, y otras destruye todo su magnetismo.

P.—¿En qué consiste el cambio de las agujas magnéticas?

R.—En que la parte de la aguja que debiera señalar hacia el *norte*, señala ó se dirige hacia el sur; y en que la parte que debiera dirigirse hacia el *sur*, se dirige hacia el norte.

P.—¿Cómo obra el rayo sobre las agujas magnéticas de los telégrafos eléctricos?

R.—Pasando ó dirigiéndose por las bobinas á las agujas telegráficas.

### CAPITULO III.

#### ACCION MECANICA.

P.—¿Cuál es la tercera fuente principal del calor?

R.—La *acción química*.

P.—¿Qué se quiere dar á entender cuando se dice que la acción química es fuente del calor?

R.—Muchas cosas: cuando cambia su constitución química, ya por abstracción de algunos de sus gases, ó por la combinación de otros que antes no se hallaban unidos á ellas, desarrollan calor, por todo el tiempo que dura el cambio. Por ejemplo: el agua es fría, el ácido sulfúrico también lo es; pero si estos dos líquidos fríos se mezclan, producen un calor intenso.

P.—¿Por qué el agua fría derramada sobre cal produce un calor intenso?

R.—Porque el calor es desarrollado por la acción química de una sustancia sobre la otra, ó por la combinación que tiene lugar entre el agua y la cal.

Cuando un fluido ó líquido pasa al estado sólido manifiesta su calor. Cuando un cuerpo sólido pasa al estado líquido siempre absorbe ó esconde el suyo. Ahora, como el agua cambia por otro su estado líquido cuando entra en combinación con la cal, abandona ó manifiesta por eso su calor.

P.—De dónde viene el calor?

R.—De ninguna parte; desde antes estaba ó existía en el agua y en la cal; pero en estado latente.

P.—¿Había calor en el agua fría y en la cal antes de mezclar las dos sustancias?

R.—Sí. Todos los cuerpos contienen calor; así el hielo más frío, como el fuego más ardiente ó vivo.

P.—¿De veras hay calor aun en el hielo?

R.—Sí; pero latente; (es á saber no perceptible á nuestros sentidos.)

P.—¿Cómo conoce uno que hay calor en una cosa si no lo puede percibir?

R.—Así: el hielo tiene 0° del termómetro, pero si se derrite ó funde sobre el fuego, aunque absorba 77° de calor por esta circunstancia, no se sentirá más caliente que cuando estaba en el estado de hielo.

P.—¿Qué viene á ser de los 77° que entraron en el hielo ó que éste consumió para fundirse?

R.—Están ocultos en el agua; ó para hablar de acuerdo con la ciencia, se encuentran en el agua latentes.

P.—¿Cuánto calor puede ocultarse así ó hacerse latente?

R.—Todas las cosas contienen una gran cantidad de calor latente; el agua, por ejemplo, en su paso de sólido á líquido puede ocultar ó hacer latentes nada menos que 77° grados de calor, medidos por el termómetro centígrado. Del estado sólido al estado de vapor puede ocultar ó hacer latente una cantidad de calor que no baja de 177 grados.

P.—¿Cómo pueden agregarse al agua 177 grados de calor sin ser perceptibles á nuestros sentidos?

R.—En primer lugar, 77 grados de calor quedan ocultos en el agua, como se ha dicho, cuando del estado de hielo, ó del estado sólido, pasa al estado líquido, expuesta al sol ó á cualquier otro foco de calor.

En segundo, 100 grados más quedan ocultos cuando el agua se convierte en vapor. Así en su paso de hielo á vapor el agua oculta ó hace latentes nada menos que 177°.

Un litro de agua hirviendo, en la cual el termómetro centígrado marca 100°, produce 1,800 litros de vapor; pero el vapor no es más caliente al tacto que el agua hirviendo; tanto el uno como la otra están á 100°; así, pues, cuando el agua se convierte en vapor, 100° de calor pasan á ser calor latente. De aquí resulta que para que el hielo se convierta en vapor tiene que absorber 177° de calor latente. (Ahora los 77° que absorbe para pasar de hielo á agua líquida se denominan calor latente de fusión del agua; los 100° que absorbe para pasar de agua líquida á vapor se denominan calor latente de evaporación de la misma sustancia).

P.—¿Podemos de algún modo hacernos sensible el calor del hielo de la nieve?

R.—Sí. Si á un poco de nieve ó hielo le mezclamos un poco de sal que haga como la mitad del volumen de la nieve ó del hielo, y luego sumérgimos en esta mezcla la mano, sentiremos un frío tan intenso, que la misma nieve no parecerá caliente en su comparación.

(Esta composición es lo que se llama en física y química una mezcla frigorífica. Una de las mejores de estas mezclas es la que se hace de 4 partes en peso de cloruro de calcio en polvo, con 3, también en peso, de hielo machacado. El frío que produce esta mezcla cuando se va haciendo poco á poco, es tan intenso que hace bajar el termómetro centígrado á menos 51°).

## CAPITULO IV.

### COMBUSTION.

P.—Qué es el fuego?

R.—Se llama fuego el calor y la luz producidos por la combustión de las sustancias inflamables.

P.—¿Cómo se desarrolla calor por la combustión?

R.—A consecuencia de la *acción química*. Así como el calor latente queda libre por la acción química cuando se vierte un poco de agua sobre un poco de cal, así también queda libre el calor latente en la *combustión* por efecto de la misma fuerza.

P.—¿Qué acción química tiene lugar en la combustión?

R.—La de los elementos del combustible en combinación con el *oxígeno* del aire?

P.—¿Qué se entiende por *elementos del combustible*?

R.—Así como el pan está compuesto de harina, levadura y sal, el combustible está compuesto de hidrógeno y carbón.

P.—¿Cuáles son los elementos del aire atmosférico?

R.—Los elementos del aire atmosférico son *oxígeno y nitrógeno* mezclados en las siguientes proporciones: 4 partes en volumen de nitrógeno y 1 en volumen de *oxígeno*, las cuales hacen 5 partes ó un todo de aire común.

(Esto se comprueba poniendo en una fuente con agua y sobre un pedazo de corcho, ó sobre una vasijita que no se consuma, un pedacito de la sustancia denominada fósforo, de modo que éste quede en seco. Esta sustancia, que no puede conservarse sino entre agua, se prende á pocos momentos de encontrarse al aire. Ahora bien, si antes de que esto suceda se cubre el corcho con una vasija de vidrio, como por ejemplo, un vaso, de modo que los bordes de éste entren por todas partes en el agua, al prenderse el fósforo descompondrá el aire encerrado entre la superficie líquida y las paredes del vaso. La llama consumirá parte del oxígeno del aire, y la otra parte, mezclándose con el fósforo, formará *ácido fosfórico*. Este, que es soluble en el agua, desaparecerá en ella á poco tiempo, reduciendo el volumen de aire del vaso en una quinta parte que vendrá á ser ocupada instantáneamente por el agua de la fuente; las cuatro quintas partes restantes las queda ocupando el nitrógeno, lo cual deja demostrado de una manera incontestable lo que queda dicho.

P.—Qué es el carbón?

R.—Se llama carbón la parte sólida del combustible. El carbón abunda en todos los cuerpos animales, y en la forma de madera en todos los terrenos ó sea en los vegetales, y hasta en los mismos minerales.

P.—¿Cuántas especies hay de carbón?

R.—Varias: carbón de leña común, negro de humo, coque y diamante

P.—Qué cosa es el hidrógeno?

R.—El hidrógeno es un gas inflamable. El gas usado en el alumbrado de las calles es también hidrógeno, el cual se extrae del carbón por medio del fuego.

(Más correctamente hablando el gas del alumbrado no es sino hidrógeno protocarbónico, ó humedad ígnea como se llama vulgarmente.)

P.—¿Cuáles son las peculiaridades características del gas hidrógeno?

R.—1.<sup>a</sup> Es la más ligera de todas las sustancias conocidas;

2.<sup>a</sup> Arde inmediatamente que se le pone fuego; y

3.<sup>a</sup> Una vela encendida sumergida en este gas se extingue instantáneamente.

P.—Qué es el oxígeno?

R.—El oxígeno es un gas mucho más pesado que el hidrógeno; que da gran brillantez á las llamas, y que es esencial para la vida animal.

(El gas hidrógeno puede obtenerse descomponiendo el agua del modo siguiente: échense unos pedacitos de zinc ó un poco de limaduras de hierro en un frasco de boca ancha cuyo tapón se encuentre traspasado por dos tubos de vidrio delgados, uno de los cuales debe entrar casi hasta el fondo del frasco y levantarse lo más posible fuera del corcho, y el otro pasar simplemente el corcho y terminar por el lado exterior un poco más abajo del primero por una punta afilada. Luego, por el tubo más largo échese un poco de ácido sulfúrico diluido en una cantidad de agua doble del ácido. A pocos momentos todo el contenido del frasco comenzará á hervir. El agua será descompuesta por el zinc que se apodera de su oxígeno, y deja libre el hidrógeno, que se escapa por el tubo más pequeño. El zinc, con el oxígeno del agua de que se apodera, forma el óxido de zinc, el cual, á medida que se va formando, es disuelto por el ácido, lo que mantiene siempre á dicho metal en contacto con el agua.

#### EXPERIENCIAS.

Si el gas que se desprende por el tubo pequeño se recoge en una vasija, y en esta vasija se introduce una luz, habrá una explosión.

Si el tubo pequeño se encorva por medio del soplete, de suerte que pueda introducirse su punta afilada en una solución de jabón, el gas que se desprende por el tubito introducido en ella formará pompas que también detonarán al acercarles una luz.

Si al mismo tubo de escape del gas se adapta un globito, se inflará y ascenderá.

Si al mismo tubo, y una vez que se calcule que ha quedado reemplazado por el hidrógeno todo el aire que en su principio contenía el frasco, se le aplica una llama, arderá exhibiendo una pálida luz.

Si esta débil luz se cubre por tubos de vidrio de diferentes calibres á la manera que se cubren las luces de las lámparas comunes, se producirán sonidos diferentes, los cuales dependerán del diámetro de cada tubo, ó mejor del grueso de la columna de aire encerrada en ellos, que vibra unísona con la llama, que es á lo que se atribuye este fenómeno.

El gas oxígeno es un poco más difícil de obtener que el hidrógeno. Vamos á dar el procedimiento más económico. Pónganse unas pocas onzas de óxido ó peróxido de manganeso en una botella de hierro provista de un tubo encorvado; póngase la botella en el fuego hasta que se encandezca, llévase la punta del tubo encorvado á una fuente de agua. A pocos momentos se levantarán algunas burbujas al través del agua, esas burbujas son de gas oxígeno.

Para recoger este gas se procede del modo siguiente: Llénese de agua una botella común; manténgasela invertida sobre las burbujas que se levantan de la fuente, para lo cual la boca de la botella debe quedar perfectamente cubierta por el agua.

Las burbujas que se levantan por dentro de la botella á depositarse en su fondo irán desalojando lentamente el agua hasta quedar perfectamente llena de gas. Tápese la botella cuando está aún boca abajo é inviértase cuidando de cubrir el corcho ó tapón con sebo ó lacre para que el contenido no se escape antes de poder hacer uso de él.

Otro medio más rápido de poder obtener oxígeno.

Muélese en un mortero como una media onza de óxido de cobre con otra media onza, poco más ó menos de clorato de potasa. Echese la mezcla en un frasco común, de paredes delgadas, para que al calentarlo no se reviente, el cual deberá estar provisto de un tapón horadado y traspasado por un tubo semejante al descrito en el procedimiento anterior. Calíntese el asiento del frasco en la llama de una vela, ó de una lámpara común, ó de una de alcohol. Tan luego como la expresada mezcla se haya enrojecido empezará á desprenderse el oxígeno. La punta del tubo debe quedar sumergida en la fuente de agua y para recoger el gas hágase lo que se dijo.

#### EXPERIENCIAS.

Si en una botella llena de oxígeno se introduce un pedacito de carbón de madera ligeramente encendido, átdo á un alambre, de pronto se encenderá del todo y lanzará chispas sumamente luminosas. Otro tanto sucederá con el alambre solo si es bastante delgado y se le sumerge en la botella enrojecido en la punta.

Si se introduce una vela apagada de un soplo para que conserve fuego en la pavesa, se volverá á inflamar dando mucha más luz que en el aire.

Si se introduce un pedacito de azufre encendido, arderá muy rápidamente despidiendo una llama de lindo color azul.

(El nitrógeno puede obtenerse como se indicó al tratar de la composición por volumen del aire).

P.—¿Para qué sirve tanto nitrógeno en el aire?

R.—Para diluir el oxígeno. Si el oxígeno no se encontrase diluido de esta suerte, el fuego ardería demasiado rápidamente, y en pocos momentos consumiría cualquiera cantidad de combustible, y acabaría con la vida ó la agotaría.

P.—¿Cuáles son los tres elementos necesarios para producir la combustión?

R.—Hidrógeno, carbón y oxígeno: los dos primeros existen en el combustible, y el último en el aire que rodea el combustible.

P.—¿Cómo tiene lugar el consumo del combustible?

R.—El gas hidrógeno del combustible, libre y excitado por el fósforo ó mecha que se emplea para hacer el fuego, se une con el oxígeno del aire produciendo una llama amarilla; esta llama calienta el carbón que también posee el combustible, el cual, al unirse también con el oxígeno del aire, produce gas ácido carbónico.

P.—¿Qué cosa es el gas ácido carbónico?

R.—Solamente carbono ó sea carbón de madera combinado con gas oxígeno

P.—¿Por qué produce calor el fuego?

R.—Porque deja libre el calor latente del aire y del combustible.

P.—¿Qué *cambios químicos* produce la combustión en el aire y en el combustible?

R.—1.º Parte del oxígeno del aire, combinándose con el hidrógeno del combustible se condensa en agua; y

2.º Parte del oxígeno del aire, combinándose con el carbón del combustible, forma *gas ácido carbónico*.

P.—¿Por qué cuando se hace fuego y éste dura por algún rato, se vuelve rojo?

R.—Porque toda la superficie de los carbones se calienta hasta tal punto que en todas partes dicha superficie está sufriendo una rápida unión con el oxígeno del aire.

P.—¿Por qué cuando el fuego hace llama es negra la superficie superior de los carbones y roja la inferior?

R.—Porque el carbón, que es cuerpo sólido, requiere un alto grado de calor para entrar en combinación con el oxígeno del aire, por lo mismo la superficie inferior, que es la que más se calienta, es también la que se enrojece, mientras la superior, que se mantiene más fría, permanece negra.

P.—¿Qué arde más el fuego con la llama ó el fuego sin ella?

R.—El combustible se consume mucho más pronto cuando arde con llama; porque los gases inflamables que se escapan entonces, aceleran grandemente el procedimiento de la combustión.

P.—¿Por qué los carbones de un fuego *claro y brillante* se consumen ó arden más lentamente que los que se consumen haciendo llama?

R.—Porque la mayor parte de los *gases inflamables*, y mucha parte del *combustible sólido* ya han sido consumidos en el primero; y así en éste hay menos alimento para la combustión.

P.—¿Qué cosa es el humo?

R.—Algunas partes del combustible, ó sea del carbón, separadas de la masa sólida, y que son arrastradas por la chimenea, por las corrientes calientes que se establecen.

P.—¿Por qué se aumenta el humo cuando se echa nuevo carbón y disminuye cuando los carbones están todos prendidos?

R.—Porque el carbón requiere un alto grado de calor para unirse con el oxígeno, ó en otras palabras, para entrar en estado de perfecta combustión; y, como queda muy poco carbón sin consumirse, no puede desprenderse sino muy poco humo.

P.—¿Por qué hay poco humo cuando los carbones ya se hallan enrojecidos?

R.—Porque estando entonces toda la superficie en estado de combustión, queda poco carbón sin consumir, y ya se ha dicho que el humo es carbón arrastrado por las corrientes de aire caliente que se establecen cuando hay fuego.

P.—¿Por qué hay siempre en las brasas ó tizones manchas oscuras y al mismo tiempo brillantes y claras?

R.—Porque la *intensidad* de la combustión no es igual en todas partes.

P.—¿De qué depende la desigual intensidad de la combustión?

R.—La desigual intensidad de la combustión depende de la desigual impetuosidad de las corrientes de aire que soplan el fuego, y que llevan á unos puntos más oxígeno que á otros.

P.—¿Por qué vemos esas diferentes ó variadas y *grotescas* figuras en los carbones incandescentes?

R.—Por la misma desigual intensidad de la combustión, proveniente de la diversa impetuosidad de las corrientes de aire que la avivan, pues esas formas grotescas y engañosas semejanzas son resultado de las llamas amarillas, rojas y blancas en mezcla con el negro del carbón ó combustible que no ha entrado todavía en combinación con el oxígeno del aire.

P.—¿Por qué se consume más aprisa el papel que la madera?

R.—Porque el papel es de una *textura* más frágil; y, por lo mismo, sus partes componentes se calientan con más facilidad.

P.—¿Por qué prende la leña más aprisa que el carbón?

R.—Porque como no es tan sólida como el carbón, sus partes elementales se separan ó dilatan más pronto, y más pronto también pueden apoderarse del oxígeno del aire que las rodea.

P.—¿Por qué se pone papel debajo del combustible é inmediatamente encima de las parrillas cuando se quiere hacer fuego?

R.—Porque el papel prende pronto en consecuencia de su frágil *textura*. Encima del papel se ponen astillas de madera, porque teniendo éstas más sustancias que el papel, mantienen más tiempo el carbón en contacto con la llama y al fin este prende. Si sólo se pusiera papel podría consumirse del todo sin llegar á calentar los carbones lo suficiente para que pudieran seguir en combustión.

P.—¿Por qué no bastaría poner el papel encendido sobre los carbones para hacer fuego?

R.—Porque las llamas se dirigen siempre hacia arriba; así pues, si el papel se colocara sobre el carbón, la llama no quedaría en contacto con él y no prendería.

P.—¿Por qué es el carbón de madera tan excelente combustible?

R.—Porque contiene una gran porción de carbono y de hidrógeno en una forma muy compacta y muy adecuada al efecto.

P.—¿Por qué se encandecen más pronto los palos de leña que los carbones?

R.—Porque los primeros son más porosos y menos sólidos.

P.—¿Por qué no se queman ó consumen las barras de hierro?

R.—Porque contienen *impurezas* que no están prontas á combinarse con el oxígeno, como sí lo están el carbón y el hidrógeno.

P.—¿Por qué no sirven las piedras de combustible?

R.—Porque las piedras no contienen hidrógeno ni carbón, ó si contienen algo de lo último es en muy poca cantidad.

P.—¿Por qué no prenden las sustancias inflamables cuando están mojadas?

R.—1.º Porque la humedad de dichas sustancias impide que el oxígeno del aire se apodere de su parte combustible; y 2.º porque el calor del fuego es perpetuamente expelido por la conversión del agua en vapor.

P.—¿Por qué arde la leña *seca mejor que la verde*?

R.—En primer lugar, porque de la leña seca no es expulsada ninguna parte de calor por la conversión del agua en vapor; en segundo, porque los poros de la madera seca, que están llenos de aire, suministran al fuego la parte del oxígeno que contienen.

P.—¿Por qué arden más y mejor dos palos de leña que uno sólo?

R.—Porque dos se ayudan mutuamente á detener el calor que con el humo se desprende de uno y otro para que lo absorba el combustible, y además, porque el aire que se estrella contra los dos palos se lanza sobre el fuego en una especie de remolino ó manga.

P.—¿Por qué chirría la sal cuando se arroja al fuego?

R.—La sal contiene agua que roba al aire que la rodea, por lo cual dicha sustancia se denomina higrométrica; y el chirrido de la sal se debe á la repentina conversión de esta agua en vapor.

P.—¿Por qué se hacen incombustibles la madera y el papel empapado en una solución de *potasa*, *fosfato de cal*, ó en amoníaco (espíritu de cuerno de ciervo)?

R.—Porque todo *álcali*, por ejemplo la *potasa*, detiene el hidrógeno que se escapa del combustible, apoderándose de él é impide su combinación con el oxígeno del aire.

P.—¿Qué cosa son los *álcalis*?

R.—Los *álcalis* son el reverso de los *ácidos*; como lo *amargo* es el reverso de lo *dulce*. (Los *ácidos* son generalmente solubles en el agua, y se distinguen de los otros cuerpos en que tienen la propiedad de enrojecer los colores azules vegetales. Bien conocido es lo que sucede á la *tinta de uvilla* cuando se le echa caldo de limón. Los *ácidos* cuando no están diluidos en agua, descomponen y destruyen las sustancias vegetales y corroen y disuelven los metales. La mezcla de ácido muriático y ácido nítrico, denominada vulgarmente *agua fuerte*, posee gran poder á este respecto, pues no se limita á corroer y disolver los metales ordinarios, como el hierro, el cobre, &c., sino que también ataca los finos como el platino, aunque para esto se requiere que el expresado metal se halle muy dividido. Cuando el principal elemento ó ingrediente de un ácido es el oxígeno, este se denomina *oxácido*; y cuando es el hidrógeno el principal, *hidrácido*. Los *álcalis* son compuestos de los *ácidos* y de las sustancias que neutralizan los efectos de éstos; se llaman también *bases*. Las propiedades de estos cuerpos son sabor acre, cáustico y nauseabundo, vuelven á azular los colores vegetales enrojecidos por los *ácidos*, y así si se echan unas gotas de amoníaco en un poco de tinta de uvilla enrojecida, vuelve á ponerse azul; pero no obstante ser el reverso de los *ácidos*, se parecen á estos en ser poderosos como solventes y muy corrosivos. La *sosa*, la *potasa*, el amoníaco, la *cal*, la *magnesia*, son *álcalis*).

P.—¿Por qué brota algunas veces un chorro de llama al interior del cuarto, el cual atraviesa las barras de la estufa?

R.—Porque las barras de hierro conducen el calor á la parte central de algún pedazo de carbón; y entonces el gas volátil que este posee, y que rompe por el punto más débil, se inflama al pasar por los demás carbones hechos ascuas.

P.—¿Por qué es á veces este chorro de llamas de un verde amarillento?

R.—Ó porque las barras sobre las cuales está el carbón no están hechas ascuas, ó porque no están en ese estado los carbones de encima, y en consecuencia parte del gas de que se ha hablado, que es de un color verde, se escapa sin desprenderse.

P.—¿Por qué se escapa ese gas sin desprenderse?

R.—Porque no están hechos ascuas ni las barras de hierro de las hornillas ni los carbones por entre los cuales pasa.

P.—¿Por qué se levanta á veces una llama azulosa de la superficie de los tizonos encendidos?

R.—Porque el gas que se desprende de los carbones que se hallan hacia el fondo de la hornilla, ó contra las barras de ésta, al mezclarse con el *carbón* de los carbones que se hallan encima, produce un gas inflamable denominado *óxido carbónico* que arde despidiendo una llama azul.

P.—¿Por qué es amarilla la llama que resulta de la leña?

R.—Porque tanto el hidrógeno como el carbono del combustible están en la leña en su estado de *perfecta combustión*. El color blanco del carbono es lo que da ese tinte amarillo pálido al hidrógeno que se inflama.

P.—¿Qué cosa es la *luz*?

R.—Rápidas *undulaciones* del fluido llamado *éter*, las cuales hieren los ojos.

P.—¿Cómo produce la *combustión* esas undulaciones de que resulta la *luz*?

R.—Al chocar los átomos de la materia, puestos en movimiento por el calor, contra este fluido denominado *éter*, producen undulaciones en él; de la misma manera que una piedra lanzada en un pozo produce undulaciones en el agua.

P.—¿Cómo pueden producir luz las undulaciones del *éter*?

R.—Del mismo modo que las undulaciones del aire producen sonidos al llegarnos á los oídos, las undulaciones del *éter* al herirnos la vista producen luz.

P.—¿Qué es el *éter*?

R.—Un fluido sutil que invade ó penetra y rodea todo lo que vemos. (Esta teoría de la *luz* no es del todo satisfactoria, pero se conserva aún en la ciencia por ser de las proyectadas hasta aquí la que explica mayor número de fenómenos.)

P.—¿Siempre produce luz el calor?

R.—No; el calor de un montón de trigo, cebada, heno, paja &c, ó el humeante de una cabaña, aunque muy grande, no es suficiente para producir luz.

P.—¿Por qué da más luz una llama amarilla que un carbón hecho ascuas?

R.—Porque es propiedad especial de los rayos amarillos producir gran cantidad de luz, así como lo es de los rayos rojos producir la mayor proporción de calor.

P.—¿Por qué la luz de cierto fuego determinado es *más-intensa* en unas ocasiones que en otras?

R.—La *intensidad* de la luz *artificial* depende siempre de la blancura á que llega el carbono por efecto de la combustión. Si el carbón llega al *rojo blanco*, su combustión es perfecta, y la luz muy intensa; si sólo al *rojo negro* ó al *rojo amarillo*, la luz es oscurecida por el humo.

P.—¿Por qué las brasas que arden por algún tiempo no emiten tanta luz como los carbones recién prendidos?

R.—La llama de los carbones es producida, principalmente, por el *gas hidrógeno*, como queda dicho. Tan luego como este gas se ha consumido, los tizones incandescentes sólo producen otro denominado *ácido carbónico*, que no es ni luminoso ni visible.

P.—¿Por qué no luce el fuego en una noche helada por tanto tiempo como en otra noche cualquiera?

R.—En primer lugar porque el aire *condensado* por el frío contiene, bajo el mismo volumen ó cantidad, más oxígeno que el aire caliente; y en segundo, porque el aire condensado por el frío es más pesado, y en consecuencia de esto se precipita más rápidamente sobre el fuego para ocupar el lugar que deja vacío el aire caliente que asciende.

P.—¿Por qué arde el fuego despidiendo más luz en una noche helada?

R.—Porque los gases volátiles se consumen más prontamente; y al carbón sólido *afhuye en gran cantidad* el oxígeno del aire, para hacerlo arder brillante é intensamente.

P.—¿Por qué arde el fuego con más intensidad en *invierno* que en *verano*?

R.—Porque el aire en la primera de dichas estaciones es mucho más frío.

P.—¿Por qué aumenta la mayor frialdad del aire el calor del fuego?

R.—1.º Porque el aire condensado por el frío, en igualdad de volumen, contiene más oxígeno que el aire caliente; y

2.º Porque el aire condensado, que es más pesado, va á ocupar más rápidamente, para dar mayor alimento al fuego, el lugar del aire caliente que sube.

P.—¿Por qué es poco el fuego puesto al sol, y á menudo hasta se apaga?

R.—1.º Porque el aire, enrarecido por el calor del sol, sopla el fuego más lentamente; y

2.º Porque el aire enrarecido que entonces sopla el fuego es para éste de menos *alimento*.

(El brillo ó calor del sol también produce algún *cambio* químico en el aire ó en el combustible perjudicial para la combustión).

P.—¿Por qué sopla más tardíamente el fuego el aire enrarecido?

R.—Porque mientras mayor sea la diferencia de densidad que exista entre el aire que no está en contacto con el fuego y el que él calienta, más rápida será, como se ha dicho, la corriente de aire hacia el mismo fuego. Si el aire que no está en contacto con el fuego es enrarecido, tendrá poco más ó menos la densidad del calentado, y entonces la corriente será menos rápida. Además, es natural que el aire enrarecido contenga menos oxígeno.

P.—¿Por qué arde el fuego con más fuerza y energía al aire libre.

R.—Porque el aire exterior ó libre es más *denso* que el aire encerrado; y además el aire libre tiene más acceso al fuego.

P.—¿Por qué es el aire exterior ó libre más denso que el encerrado.

R.—Por su más libre circulación; es decir, porque libre, así que se calienta puede escaparse, siendo inmediatamente reemplazado por la corrientes de aire *más frío* que se establecen.

P.—¿Por qué no arde tan libremente el fuego al tiempo del deshielo; como al del hielo?

R.—Porque al tiempo del deshielo el aire está cargado de vapor; en consecuencia de lo cual, á la vez que se mueve más lentamente, es demasiado enrarecido y poco alimenta el fuego.

P.—¿Por qué en tiempo ventoso arde con tanta fuerza?

R.—Por el rápido cambio del aire en este tiempo, que lo abastece de oxígeno y lo hace mejor alimento del fuego.

P.—¿Por qué se aviva el fuego soprándolo con los fuelles?

R.—Por la gran cantidad de oxígeno que va al fuego en la rápida corriente de aire que los fuelles establecen, lo cual aumenta en gran manera su intensidad.

P.—¿Por qué se extingue la llama de una vela cuando se la sopla, en vez de hacerse más intensa, como se hace el fuego?

R.—Porque la llama de la vela se halla reducida á una *muy pequeña mecha ó pavesa*, de la cual la separa el aliento; y no teniendo qué la sostenga, natural es que se apague.

P.—¿Por qué una pavesa encendida, aunque sin llama, vuelve á inflamarse soplándola?

R.—Porque el aire lanzado con la boca llega á la mecha con *gran rapidéz*; y así el oxígeno del aire no puede menos de inflamar la pavesa hecha ascuas, como inflamaría un palo de leña carbonizado.

P.—¿Por qué necesita del soplo para inflamarse una pavesa hecha ascuas, cuando se halla rodeada de aire?

R.—Porque el aire que la rodea no le alcanza á suministrar el oxígeno suficiente, sino cuando se la sopla.

P.—¿Cuándo sale mejor este experimento?

R.—En tiempo muy *frío*; porque el aire condensado por el frío contiene, como ya se ha dicho, mayor cantidad de oxígeno.

P.—¿Por qué un *hurgón* atravesado sobre un fuego casi extinguido lo revive?

R.—Por dos razones: la 1.<sup>a</sup> es porque el *hurgón concentra* el calor, y por lo mismo lo aumenta; y la 2.<sup>a</sup> porque como el aire se detiene en la estrecha abertura que queda entre el *hurgón* y los carbones, produce en ese punto una especie de manga.

P.—¿Por qué se fijan las estufas hacia el piso de las habitaciones?

R.—Porque de otro modo el aire inferior de ellas no podría ser calentado por el fuego.

P.—¿No podría ser calentado igualmente bien fijando las estufas un poco más arriba?

R.—No; el calor del fuego tiene muy poco efecto sobre el aire que queda *bajo el nivel* de la parrilla: y por eso las parrillas se acercan al suelo lo más posible.

P.—¿En qué consiste que al sentarnos á un buen fuego, á menudo se nos enfrían los piés, en vez de calentársenos?

R.—Eso consiste en que el fuego consume parte del aire que lo rodea, y la parte que no consume la dilata haciéndola ascender. Como esto produce un vacío, el aire exterior, que frecuentemente se halla á una temperatura poco elevada, se precipita á colmarlo pasando al través de las grietas de las puertas y ventanas; estas corrientes de aire frío que rozan el suelo, chocan contra nuestros piés y nos los privan de calor.

P.—Si se pone de plano un pedazo de papel sobre un fuego intenso, no hace llama sino se chamusca. Por qué es eso?

R.—Porque el carbón de un intenso fuego, que se halla á temperatura suficiente para unirse con el oxígeno del aire, produce *gas ácido carbónico*, el cual envuelve pronto el papel colocado sobre las brasas; y se sabe que el *gas ácido carbónico* no hace llama.

P.—Pero si se sopla el papel arde inmediatamente. ¿En qué consiste eso?

R.—Eso consiste en que, al soplar el papel ó al abrir repentinamente una puerta, se disipa el *ácido carbónico*, dejando el papel en capacidad de inflamarse.

P.—¿Por qué el agua extingue el fuego?

R.—1.<sup>o</sup> Porque el agua forma sobre el combustible una especie de capa que lo preserva del aire; y 2.<sup>o</sup> porque la conversión del agua en vapor roba calor al combustible prendido.

P.—Poca agua aviva el fuego, mucha lo apaga, por qué es eso?

R.—Porque el agua es un compuesto de oxígeno y de hidrógeno, el cual es posible descomponer por el calor; así, pues, si el fuego es su-

ficiente para hacer que del agua se separen sus elementos componentes, el hidrógeno de dicha agua; combustible, aumentará la llama, el oxígeno la avivará.

P.—¿Entonces, cuando una casa se está quemando, echarle poca agua es peor que no echarle nada?

R.—Ciertamente. A menos que se le eche en cantidad suficiente para *apagar* completamente el fuego, el agua aumentará la intensidad de éste, como si le agregara combustible; ó en otros términos, el agua sólo será benéfica cuando se suministre tan rápida y abundantemente que el fuego no pueda descomponerla.

P.—¿Poca agua no puede también disminuir el calor del fuego?

R.—Sí; si el agua disminuye el calor del fuego hasta el momento en que por el fuego es descompuesta; mas luego, como se ha dicho, aumenta su intensidad, y obra como combustible.

P.—¿Por qué vuelve á inflamarse tan pronto la pavesa de una vela, que se ha apagado soplándola, al acercarla á otra vela encendida?

R.—Estando ya la pavesa enrojecida, cualquier cantidad de calor que se le agregue puede inflamarla, porque ella se empleará sólo en poner de nuevo en libertad el hidrógeno del sebo.

P.—¿No puede hacerse que la leña se inflame sin que esté en contacto con el fuego?

R.—Sí; si un trozo de leña se mantiene sobre unas brasas un poco de tiempo, se inflamará, aunque no las toque, porque el calor de las brasas libertará el *gas hidrógeno* de la madera, y entonces sucederá lo que sucede á una pavesa recién soplada cuando se acerca á una vela encendida.

P.—¿Por qué se incendian á menudo las casas vecinas á aquella que ha sido presa de un incendio, á pesar de no alcanzarles las llamas de la incendiada?

R.—Porque el calor de la casa que es presa de las llamas pone en libertad el gas hidrógeno del maderamen de las vecinas, el cual se incendia al ponerse en contacto con los materiales incandescentes de la misma casa incendiada.

P.—¿Qué es lo que se llama coke?

R.—Se llama coke el mismo carbón de piedra cuando por la acción del calor artificial se ha libertado de sus sustancias volátiles, ó sean sus gases, lo que se consigue calentándolo en retortas de hierro colado, que son unas especies de alambiques, fijos en unos hornos especiales, en donde se les calienta hasta que se encandecen.

(Una parte de los gases que se desprenden del carbón en esta destilación son los que se utilizan en el alumbrado. En las fábricas de este gas se encuentran centenares de retortas, cada una de las cuales puede contener de 100 á 150 libras de carbón; de esta sustancia se saca al fin de cada 6 horas los materiales siguientes: un líquido espeso y negro que los ingleses llaman *coal-tar*, *vapor de agua*, varios compuestos de *amoníaco*, *sulfuro de hidrógeno*, *gas ácido carbónico*, *hidrógeno protocarbonado* y *gas olefiante*; estos dos últimos son los que principalmente constituyen el gas compuesto que se llama de alumbrado, y la masa negra, sólida y carbonácea que queda dentro de la retorta es el coke).

P.—¿Por qué huelen tanto á azufre algunas veces las estufas y cocinas?

R.—Porque así el carbón común como el coke contienen esa sustancia; y así cuando el tiro de la chimenea no es suficientemente rápi-



hienta, y al calentarse se hace más ligero, y al hacerse más ligero asciende por la chimenea arrastrando consigo el humo y demás productos gaseosos de la combustión.

P.—¿Qué cosa es el humo?

R.—Partículas de carbón separadas de la sustancia combustible, por efecto mismo de la combustión, aun sin consumirse.

P.—¿Por qué ascienden formando remolinos el humo y el vapor?

R.—Porque á este movimiento son impulsados por las columnas de aire ascendente y descendente.

P.—¿Por qué tira más una estufa cerrada que una parrilla abierta?

R.—Porque en la estufa el aire que la alimenta debe pasar por el fuego, y como en este tránsito se calienta excesivamente, se precipita por el tiro de la chimenea con gran violencia.

P.—¿Qué es lo que produce el ruido que se oye en las estufas cerradas?

R.—El aire que se precipita por entre las rendijas de la portezuela de hierro y hacia arriba por el cañón de la chimenea.

P.—¿Por qué es menor el ruido si la portezuela se halla abierta de par en par?

R.—Porque el aire fresco puede llegar al fuego más fácilmente; y como así no hay motivo para que se caliente mucho, su movimiento no es tan rápido.

P.—¿Por qué hacen algunas chimeneas humo adentro?

R.—Porque el aire que entra al cuarto en donde estas se hallan, no guarda proporción con el consumido por el fuego; y en consecuencia de esto se establece una corriente por el cañón de la chimenea, de arriba para abajo, que tiende á igualar el uno con el otro, la cual hace bajar también el humo y los demás productos de la combustión.

P.—¿Quisiera eso explicado con un ejemplo.

R.—Supongamos el caso de un río. Si de sus aguas tomamos parte en un balde ú otra vasija, la otra se precipitará á llenar el hueco tan luego como hayamos levantado el balde ó vasija que contiene la primera; ahora si del aire de un cuarto se toma parte, que tal es lo que sucede cuando por efecto del calor sale alguno por la chimenea, el otro se precipita también á colmar el vacío dejado por el primero.

P.—¿Qué es lo que se opone á que el aire que debe alimentar el fuego guarde siempre proporción con el consumido?

R.—El cuero que se pone entre las abras de las puertas, los sacos de arena que se acostumbran en los quicios de las puertas y alfajias de las ventanas, las cortinas y las mil cosas más con que tratamos de libertarnos de las corrientes de aire en el interior de las piezas.

P.—¿Y por qué baja el aire por la chimenea?

R.—Por la razón de que no puede entrar al cuarto de ningún otro modo siendo así que las puertas y ventanas están todas cerradas al

P.—¿Cuál es el mejor remedio en tal caso?

R.—El remedio mejor ó más expedito en tal caso es abrir la puerta ó la ventana; pero todavía es un remedio mejor sacar un tubo delgado desde enfrente del hogar, atravesando alguna de las paredes que vaya á terminar en el exterior del cuarto.

P.—¿Por qué es este el mejor remedio?

R.—Porque así el fuego será alimentado en la proporción debida por el aire que pasa del exterior del cuarto al interior del mismo por ese tubo, pudiendo quedar las puertas y ventanas perfectamente cerra-

das, lo cual nos da el goce del calor del hogar, sin los inconvenientes de las corrientes de aire ni de que se nos enfríen los pies.

P.—¿Para qué se elevan las chimeneas á tanta altura sobre el techo de las habitaciones?

R.—Para que no hagan humo en el interior de ellas, como lo hacen todos los cañones de chimenea cuando son muy cortos.

P.—¿Qué se entiende por *cañón* ó *tiro* de una chimenea?

R.—La parte angosta de la chimenea por medio de la cual pasa el humo.

P.—¿Y por qué hace humo una chimenea cuando es demasiado corto el cañón?

R.—Porque entonces el *tiro*, que también se llama así la corriente de la chimenea ó fuerza de ella, es demasiado débil para poder sacar el humo y los demás gases que se desprenden de la combustión.

P.—¿Por qué es más lento el tiro de un cañón de chimenea corto que el de uno largo?

R.—1.º Porque el fuego es siempre *triste*, perezoso ó vacilante cuando la chimenea es corta;

2.º Porque el humo sale fuera de la chimenea antes de haber cogido fuerza; y

3.º Porque el viento, la lluvia y el aire ejercen mayor influencia sobre un cañón corto que sobre uno largo.

P.—¿Por qué es siempre el fuego *triste*, perezoso ó vacilante cuando el cañón de la chimenea es corto?

R.—Porque entonces el tiro es malo, ó lo que es lo mismo el aire *enrarecido* se levanta muy lentamente por la chimenea, y el aire fresco exterior que debe llenar su lugar y suministrar oxígeno al fuego no podrá menos de llevar el mismo lento movimiento.

P.—¿De qué depende la *intensidad* del fuego?

R.—La intensidad del fuego guarda siempre proporción con la cantidad de oxígeno que le es suministrada.

P.—¿Por qué no adquiere el humo toda la velocidad de que es capaz cuando es corto el cañón de la chimenea?

R.—Porque mientras mayor sea la altura á que llega el humo, siempre que sea arrastrado por un tubo destapado y caliente, mayor es su velocidad; si, por lo tanto, el cañón ó tiro es muy corto, la velocidad que éste adquiriera será poca.

P.—¿Depende el *tiro* de una chimenea de la velocidad con que pase el humo por el cañón de ella?

R.—Sí. Porque mientras más aprisa se escape el aire caliente por el tubo, más aprisa se precipitará el aire frío á llenar el lugar de aquél; y, por lo tanto, mientras mayor sea el tubo de una chimenea indudablemente mayor será su tiro.

P.—¿Por qué son tan altas las chimeneas de las fábricas y factorías?

R.—Para aumentar de este modo la intensidad del fuego.

P.—¿Por qué aumenta la *intensidad* del fuego la mayor longitud del cañón de la chimenea?

R.—Porque ya se ha dicho que eso aumenta el tiro, y aumentándose el tiro, mayor será la cantidad de combustible consumida en el mismo tiempo; y, por consiguiente, la intensidad del calor es proporcionalmente mayor.

P.—Si no se puede alargar ó levantar una chimenea, ¿cuál será el mejor remedio para impedir que haga humo al interior?

R.—El mejor remedio es estrechar la abertura de la chimenea contigua á la estufa.

P.—¿Por qué la menor abertura del tubo en la parte contigua á la estufa impide que la chimenea haga humo?

R.—Porque siendo menor dicha abertura el aire se verá precisado á pasar por más cerca del fuego, con lo cual se calentará más, y en consecuencia subirá por la chimenea más rápidamente. Este aumento de calor compensará, pues, el efecto producido por la poca longitud del tubo.

P.—¿Por qué se hace humo en un cuarto cuando se encuentran en él dos hogares?

R.—Porque el más vivo de los dos consumirá más aire, y se lo arrebatara al ménos vivo, para suplirse su necesidad.

P.—¿Por qué hace humo una chimenea cuando hay fuego en dos cuartos que se comunican entre sí?

R.—Porque cuando se abre la puerta de comunicación entre ellos, se precipita el aire por la chimenea del hogar que se halla más bajo para alimentar el de la otra; y entonces ambos cuartos se tienen que llenar de humo.

P.—¿Cuál será el mejor remedio en ese caso?

R.—El mejor remedio será sacar un tubo de cada estufa al exterior de dichos cuartos; y entonces cada hogar quedará tan bien alimentado que no necesitará prestarle nada el otro.

P.—¿Por qué hacen humo á menudo las casas situadas en un valle ó al lado de edificios elevados?

R.—Porque el viento que choca contra los collados ó edificios vecinos rebota contra la chimenea y destruye su tiro.

P.—¿Cuál es el remedio en ese caso?

R.—Poner una capucha en la cumbre de la chimenea que pueda girar como una veleta y que presente al viento su parte cerrada.

P.—¿Por qué no evita siempre este medio que haga humo la chimenea?

R.—Porque cuando el viento es fuerte mantiene la abertura de la capucha vuelta hacia el collado ó edificio; y entonces el viento reflejado que da contra la capucha arrastra cañón abajo el humo de la chimenea.

P.—¿No bastando este remedio, hay otro que se pueda emplear?

R.—Sí. Se puede levantar el tubo de la chimenea hasta que salga fuera del collado ó edificio.

P.—¿Por qué si el cañón de la chimenea se eleva á esa altura no hará ella humo al interior?

R.—Porque el viento reflejado de esta suerte dará contra los costados del cañón de la chimenea, y de ninguna manera pasará por la abertura de su parte superior.

P.—¿En qué otros casos podrá hacer humo una chimenea?

R.—También cuando la puerta y la estufa se hallan ambas situadas al mismo lado del cuarto.

P.—¿Por qué hace humo una chimenea si la puerta y la estufa se hallan ambas situadas en un mismo lado del cuarto?

R.—Porque, siempre que se abra la puerta, una corriente de aire soplará oblicuamente el hogar, sacando el humo del alcance del tiro y haciéndolo regar por el interior.

P.—¿Qué remedio hay contra este mal?

R.—El mejor ó único es procurar que la puerta quede del lado opuesto á la chimenea; porque así la corriente de la puerta llevará el humo por el cañón de la chimenea arriba y no lo regará.

P.—¿Por qué hace humo una chimenea cuando no se ha barrido?

R.—Porque el hollín desprendido obstruye el libre paso del humo, *retarda su corriente* é impide el tiro.

P.—¿Por qué hace humo si nó ha sido reparada?

R.—1.º Porque los ladrillos y la cal desprendidos obstruyen el paso al humo; y

2.º Porque el aire frío que penetra por las grietas, refresca el aire del cañón de la chimenea, y haciéndolo con esto más denso le impide ascender.

P.—¿Por qué hace humo una chimenea cuando es débil el tiro?

R.—Porque la corriente de aire que sube por ella no es bastante poderosa para arrastrar todo el humo cañón arriba.

P.—Si la campana ó abertura inferior de la chimenea es muy ancha, ¿qué remedio puede aplicarse para que nó haga humo?

R.—El remedio que puede aplicarse es reducirla ó ponerle un *suplemento* de boca más estrecha.

P.—¿Para qué sirve ese suplemento?

R.—Este suplemento sirve para aumentar el tiro, porque reduce la abertura de la campana cuando es demasiado grande, y porque hace acercar al fuego la corriente de aire, la cual, calentándose más con esto, sube más rápidamente.

P.—¿Por qué casi todas las chimeneas hacen humo en tiempo ventoso?

R.—Porque la columna de humo es enfriada repentinamente por el viento, y, siendo incapaz de ascender, se devuelve al cuarto.

P.—¿Por qué ayudan los fuelles á avivar el fuego?

R.—Porque obligan al aire á atravesarlo y no á que pase por encima de él; en consecuencia de lo cual está bien provisto de oxígeno, y además el tiro aumenta considerablemente.

P.—¿En virtud de qué aumenta el tiro el sople de los fuelles?

R.—En virtud de que el aire al pasar al través del fuego, se calienta en gran manera y por eso mismo sube por la chimenea muy rápidamente; y mientras más aprisa suba el aire por ella, más aprisa también se lanzarán contra el fuego las corrientes frías para suministrarle oxígeno.

P.—¿Por qué se siente á menudo en verano en las piezas donde hay chimeneas el olor desagradable del hollín?

R.—Porque en este tiempo el aire de la chimenea se encuentra más frío que el aire de las piezas, y esto hace que el primero, que está impregnado de dicho olor se baje á las piezas á equilibrar su temperatura con la del segundo.

P.—¿Qué es el carbón?

R.—El carbón no es más que madera expuesta al calor rojo hasta que ha quedado purificada de todos los gases y partículas volátiles que en ella se contenían.

P.—¿Por qué el fuego de carbón es más caliente que el fuego de leña?

R.—Porque mientras más puro es el *carbón* del combustible, más intenso es el calor del fuego; y bien se comprende que el carbón de leña que ha perdido, por el procedimiento que se emplea en su fabrica:

ción, los gases que lo hacían impuro, debe ser más intenso que la leña que aun no los ha perdido:

P.—¿Por qué quita el carbón el hedor á la carne?

R.—Porque esta sustancia es sumamente porosa, y en sus poros absorbe todos los efluvios pútridos de las materias animales y vegetales.

P.—¿Por qué se purifica el agua haciéndola pasar por entre carbón?

R.—Por la misma razón de que el carbón es muy poroso y en sus poros absorbe las impurezas del agua, ya provengan estas de sustancias animales ó vegetales, siendo mejor al efecto el que se fabrica de maderas duras y compactas.

P.—¿Por qué se chamuscan ó queman las cubas destinadas al agua ó al vino por la parte interior?

R.—Porque al chamuscar ó quemar la parte interior de las cubas se reduce dicha parte á una especie de carbón; y el carbón, que tiene la propiedad de absorber las impurezas vegetales y animales, conserva el licor en buen estado.

P.—¿Por qué un pedazo de pan quemado hace potable el agua impura?

R.—Porque la superficie del pan, reducida á carbón por el fuego, absorbe las impurezas que ella contiene.

P.—¿Por qué deberían hacerse de agua y pan quemado las bebidas ordinarias que se colocan á la cabecera de los enfermos?

R.—Porque la superficie carbonizada del pan quemado preserva el agua de ser afectada por las impurezas de las habitaciones ordinariamente cerradas en que estos residen.

P.—¿Por qué á los enfermos se les prescriben tostadas de pan viejo sin mautequilla en vez del pan con ésta que comen las personas alentadas?

P.—Porque el carbón que se forma en la superficie del pan promueve la absorción de los ácidos é impurezas del estómago de los enfermos. (Fuera de esto hay otras razones que corresponden á la medicina).

P.—¿Por qué se quema el exterior de los estantillos, cepos, postes, &c., que han de quedar expuestos á la humedad?

P.—Porque el carbón no experimenta cambio expuesto al aire ó al agua; en consecuencia estas cosas resisten ó duran más tiempo si se tiene la precaución de quemarlas hasta un poco más arriba del punto adonde halla de llegarles la humedad.

## CAPITULO VI.

### LAMPARAS Y VELAS.

P.—¿De qué están compuestos el aceite, el sebo y la esperma?

R.—Principalmente de carbón y gas hidrógeno. La parte sólida es carbón, la volátil gas hidrógeno.

P.—¿Qué cosa es el carbón?

R.—Una sustancia sólida, generalmente de color negro; bien conocida bajo las formas de carbón vegetal, negro humo, coque, diamante &c., &c.

P.—¿Qué cosa es el gas hidrógeno?

R.—El gas hidrógeno es el principal ingrediente del agua. Arde con tal prontitud que se ha acostumbrado el apellidarle aire inflamable.

(El gas común de carbón es una mezcla de carbón é hidrógeno llamado hidrógeno protocarbonado).

P.—Cuando se enciende una vela arde, ¿por qué es eso?

R.—Porque el calor de la pavesa ó pábilo encendida descompone el sebo en sus partes elementales, carbón é hidrógeno; y el hidrógeno del sebo al combinarse con el oxígeno del aire, produce la llama.

P.—¿Dónde se descompone el sebo ó la esperma de una vela?

R.—En la pavesa. El sebo ó la esperma derretidos suben por la pavesa en virtud de la atracción capilar, y son rápidamente descompuestos por el calor de la llama.

P.—¿Qué se entiende por atracción capilar?

R.—El poder que poseen los tubos de reducidísimo diámetro para subir los líquidos que en ellos se contienen más arriba de su nivel.

(La palabra *capilaridad* proviene del latín *capillaris*, como cabello; los tubos á que nos referimos son casi tan finos y delicados como un cabello.

El agua sube por un pedazo de azúcar ó por una esponja por la capilaridad. Mientras más delgado sea el tubo, mayor será la altura á que llegue el líquido en virtud de esta fuerza).

P.—¿Por qué es caliente la llama de una vela?

R.—Porque la llama deja libre el calor latente del aire y del sebo.

P.—¿Cómo deja libre la llama de una vela ese calor latente?

R.—Cuando los elementos del sebo se combinan con el oxígeno del aire, dicho cambio químico deja libre su calor latente.

P.—¿Por qué produce luz la llama de una vela?

R.—Porque los cambios químicos á que da lugar la combustión excitan las *undulaciones* del éter las cuales, al herir nuestra pupila, producen luz.

P.—¿Por qué es amarilla la llama de una vela?

R.—Toda no lo es: sólo es de este tinte su capa exterior; la parte inferior que inmediatamente rodea la mecha es violada; y entre esta y la capa amarilla exterior, lo que existe es un hueco.

P.—¿Por qué es amarilla la parte exterior de la llama?

R.—Porque esta parte forma el *carbón del sebo* que se halla en un estado de *combustión perfecta*, ó lo que es lo mismo, que ha llegado al rojo blanco.

P.—¿Por qué la parte inferior de la llama es violada ó purpurina?

R.—Porque esta parte de la llama la constituye el hidrógeno que se desprende del sebo por la combustión de la mecha; y este gas da al arder una llama azul que combinándose con el rojo de la mecha, produce el color de púrpura que notamos en dicha parte.

P.—¿Por qué es, ó mejor, por qué aparece como hueca la parte interior de la llama?

R.—Porque esa parte está llena de vapor, el cual se ha levantado de la vela por consecuencia del *calor de la pavesa*, y no se halla aún reducido al estado de combustión.

P.—¿Cuáles son las partes diferentes de que se compone la llama de una vela común?

R.—El cono interior ó central que aparece hueco porque se encuentra lleno de vapor; el intermedio, de un tinte purpúreo oscuro; y el exterior que es amarillo.

P.—¿Por qué es el cono intermedio de la llama de color de púrpura ó violado, lo mismo que la base de todo el cono que forma la llama?

R.—Porque en una y otra de estas dos partes los gases que se desprenden de la vela no se hallan en un estado de perfecta combustión;

antes bien contienen un exceso de hidrógeno que es lo que principalmente les da ese color.

P.—¿Por qué no está el cono intermedio en un estado de perfecta combustión como el exterior?

R.—Porque el cono exterior *impide al oxígeno del aire* el penetrar hasta la parte media de la llama; y sin el libre acceso del gas oxígeno no puede haber nunca nada que se asemeje á combustión perfecta.

P.—¿Por qué la llama de una vela se dirige hacia arriba?

R.—Porque ella calienta el aire circunvecino, el cual, calentado, asciende rápidamente, llevándose la llama al mismo tiempo.

P.—¿Por qué es la llama de una vela puntiaguda hacia su extremo superior, realmente como un cono?

R.—Porque esa parte de la llama es *más volátil* que la inferior; y, como presenta menos resistencia al aire, este se reduce á un mero punto.

P.—¿Por qué es la parte inferior de una vela menos volátil que la superior?

R.—Porque aquella se encuentra cargada de gases sin consumir y de vapor acuoso, los cuales presentan al aire una resistencia bastante grande.

P.—¿Por qué la llama de una vela humedece un vaso seco que se invierte sobre ella?

R.—Porque de la combinación del *hidrógeno del sebo* con el oxígeno del aire resulta una especie de vapor acuoso, el cual es condensado por el vaso frío invertido sobre ella.

P.—¿Por qué si colocamos la mano por encima de una vela encendida sentimos mucho más calor que si la colocamos á la misma distancia, pero por la parte inferior ó por los lados?

R.—Porque por la parte superior los gases y el aire calientes en su ascenso, vienen á ponerse en contacto con la mano; y cuando colocamos la mano hacia la parte de abajo ó hacia un *lado*, solamente sentimos el calor de la *radiación*.

(La palabra radiación significa emisión de rayos. La llama de la vela lanza rayos de calor y de luz en todas direcciones, pero cuando la mano se halla sobre la llama, no solamente siente el calor de dichos, sino también el de la manga de aire caliente y de otros gases, que suben).

P.—¿Por qué se extingue más fácilmente la luz de una lamparilla flotante que la de una vela de mecha de algodón?

R.—Porque el fósforo duro de que se hace la mecha de la primera se penetra de la grasa derretida del vaso en que sobrenada más lentamente que la mecha de algodón porosa de la vela, del sebo que la rodea; como éste se penetra menos, suministra un volumen menor de *gases combustibles*; y, por lo mismo, la luz se extingue más fácilmente. La mecha de la vela que se penetra más, naturalmente será más difícil de extinguir.

P.—¿Por qué es más fácil apagar con un soplo una llama de gas cuando el quemador está ligeramente vuelto ó tapado, que cuando está abierto del todo?

R.—Por la misma razón del menor volumen de los gases combustibles que exhibe el mechero en el primer caso respecto del segundo, ó cuando está ligeramente cerrado respecto de cuando está del todo abierto.

P.—¿Por qué extinguen los *apagadores* las llamas de las velas?

R.—Porque las llamas de estas acaban pronto con el oxígeno del aire contenido dentro de los apagadores; y cuando ya no hay absolutamente oxígeno, la llama tiene que apagarse.

P.—¿Por qué no incendia una vela un pedazo de papel torcido en forma de cucurucho, y que se use como apagador?

R.—1.º Porque la llama de la vela acaba muy pronto con el oxígeno contenido en el *apagador* de papel; y

2.º Porque la llama cubre el interior del mismo de *gas ácido carbónico*, lo cual le impide arder.

P.—Cuando está larga la pavesa de una vela se cubre hacia la punta de una eflorescencia. ¿De qué proviene eso?

R.—La apariencia de un nudo ó de una flor que toma la pavesa de una vela hacia la punta cuando está larga, depende de una acumulación de partículas carbonosas que en *parte* están separadas, pero que en parte están ligeramente adheridas á la mecha, porque la longitud de ésta las viene á dejar dentro del hueco, ó mejor, lleno del vapor de que se ha hablado, donde el calor no alcanza á consumirlas.

P.—¿Por qué las mechas metálicas de Palmer no necesitan ser despavesadas?

R.—Porque están construidas de tal suerte que al arder se dividen en dos partes, cada una de las cuales se inclina ó tuerce hacia el exterior de la llama, donde su extremo se calienta intensamente y donde la corriente de aire que sube rodeando la vela se lo lleva.

P.—¿Por qué necesitan las velas comunes ser despavesadas?

R.—Porque el calor de la llama no es suficiente para *consumir la mecha*; y mientras más larga sea ésta menos calor producirá la llama.

P.—¿Por qué las espermas no necesitan ser despavesadas?

R.—Porque las mechas de estas velas se hacen de *hilo muy fino*, para consumir el cual sí es suficiente el calor de la llama. Las mechas de las velas de sebo, al contrario, se hacen de *pábilo grueso*, demasiado sustancial para que lo pueda consumir la llama en su totalidad, por lo cual es necesario apelar á las despavesaderas.

P.—¿Por qué si se clava un alfiler en la mecha de una *lamparilla flotante*, ésta no arde?

R.—Porque el alfiler, buen conductor, arrebatá á la mecha el calor producido por la llama, é impide la combustión del sebo.

P.—¿Qué cosa es el humo de una vela?

R.—Partículas sólidas de carbón separadas de la mecha y el sebo que no alcanzan á ser consumidas.

P.—¿Por qué algunas partículas se consumen y otras no?

R.—Porque la *combustión del carbón* depende de su combinación con el oxígeno del aire: ahora bien, comola superficie exterior de la llama impide el acceso del aire á las *partes interiores*, mucho del carbón de estas se tiene que resolver en humo.

P.—¿Por qué humean las lámparas?

R.—O porque las mechas no están cortadas convenientemente, ó porque se han sacado demasiado fuera de los quemadores.

P.—¿Y por qué humean cuando no se han cortado convenientemente?

R.—1.º Porque las partes desiguales ó dentadas del corte, que fácilmente se separan de la mecha, recargan la llama de más carbón del que naturalmente puede consumir; y

2.º Porque como el calor de la llama disminuye en gran manera con estos *pedacitos* de carbón que se quedan adheridos á la mecha,

ella se hace incapaz de consumir hasta la cantidad de humo que consume en las circunstancias ordinarias.

P.—¿Y por qué humea una lámpara cuando se la deja mucha pavesa?

R.—Porque de ella se separa entonces más carbón del que puede consumir la llama.

P.—¿Por qué no hacen humo los quemadores de Argand?

R.—Porque en estos una corriente de aire pasa por en medio de la llama; en consecuencia de lo cual, el carbón que se produce hacia el interior de la llama se consume tan fácilmente como el que se produce con el corte exterior de la mecha.

P.—¿Por qué disminuye el tubo de vidrio el humo de las lámparas?

R.—1°. Porque el tubo, á la manera de un cañón de chimenea, con su tiro aumenta la provisión de oxígeno de la llama; y

2°. Porque él concentra y refleja el calor, y, en consecuencia, la combustión del carbón es más perfecta, y, siendo más perfecta menos se escapa sin consumir.

## CAPITULO VII.

### CALOR ANIMAL.

P.—¿Cuál es la causa del calor animal?

R.—El calor animal es producido por la combustión del hidrógeno y el carbón dentro de los vasos ó vesículas capilares del cuerpo.

(Ya se ha dicho qué es lo que se entiende por vasos ó tubos capilares).

P.—¿Existen esos tubos capilares en todas las partes de nuestro cuerpo?

R.—Sí. Siempre que mana sangre de una herida es porque se divide una vesícula ó vena; y como uno puede arrojar sangre de cualquiera parte del cuerpo por una ligera herida, se sigue que estos vasos capilares deben existir por dondequiera.

P.—¿Cómo entran el carbono y el hidrógeno en estos pequeños vasos?

R.—Los alimentos que comemos se convierten en sangre; y la sangre contiene tanto lo uno como lo otro.

P.—¿Cómo tiene lugar la combustión en estos vasos capilares?

R.—De este modo: el carbón de la sangre se combina con el oxígeno del aire que inspiramos, y de la combinación de los dos se forma gas ácido carbónico.

P.—¿Qué se hace el gas ácido carbónico que se forma por la inspiración en la sangre humana?

R.—Por el acto de la inspiración es lanzado y devuelto al aire casi todo por los pulmones.

P.—¿Qué gas es el generado por la combustión en el fuego común de leña ó carbón?

R.—Gas ácido carbónico, el cual se forma de la unión del carbón del combustible con el oxígeno del aire.

P.—¿Qué se ha dicho que es la causa de la combustión espontánea?

R.—La fermentación producida por el calor y la humedad en las materias amontonadas. Durante esta fermentación que precede á la combustión espontánea también se produce gas ácido carbónico.

P.—¿El calor del cuerpo humano procede de la misma causa que el calor del fuego?

R.—Precisamente: El carbón de la sangre se combina con el oxígeno del aire inspirado, y produce gas ácido carbónico, á la producción del cual sigue la combustión.

P.—Si el calor animal es producido por la combustión, ¿por qué no se consume el cuerpo humano como un carbón ó vela?

R.—Pues en verdad eso es lo que sucede. Cada músculo, cada nervio, cada órgano del cuerpo se está gastando continuamente como se gasta una vela encendida; y reducido á aire y cenizas es desechado del organismo como infructuoso.

P.—Si cada hueso, cada músculo, cada nervio y cada órgano es consumido de ese modo por la combustión, ¿por qué el cuerpo no se consume completamente?

R.—Así sucedería, si las partes destruidas no fueran *perpetuamente renovadas*; pero así como una lámpara no se extingue mientras se la está renovando el aceite, tampoco se consume el cuerpo humano mientras se le está abasteciendo de *alimento suficiente*.

P.—¿Cuál es la diferencia principal entre la combustión de un carbón ó una lámpara y la del cuerpo humano?

R.—Esta: en el cuerpo humano la combustión tiene lugar á una temperatura mucho más baja, y más lentamente que en una lámpara ó en un carbón.

P.—¿Cómo puede hacerse arder el carbón á una temperatura tan baja en el cuerpo humano?

R.—Porque el carbón de la sangre está reducido á menudísimas partículas; y estas partículas están listas á sufrir un rápido cambio tan luego como se les suministra el oxígeno, ó tan luego como se ponen en contacto con él.

P.—Cuando una persona desfallece, ¿cuáles son las partes que desaparecen primero?

R.—En primer lugar la grasa por ser ella la más combustible; luego los músculos; en seguida el cerebro, ó mejor, los sesos; y por último la persona muere como una vela que se acaba.

P.—¿Por qué produce á menudo locura la falta de alimento suficiente?

R.—Porque, como se ha dicho, después de que la combustión del organismo ó la combustión animal ha acabado con la grasa y con los músculos de todo el cuerpo, ataca el cerebro, con lo que no puede menos de producir la locura.

P.—¿Por qué padece estremecimientos la persona que desfallece de hambre?

R.—Porque los fuegos capilares se ceban en el cuerpo humano no abastecido de alimento combustible. Los estremecimientos del que muere de hambre son en un todo semejantes á los de una lámpara falta de aceite.

P.—¿Qué cosa es el combustible del cuerpo?

R.—El combustible del cuerpo es el alimento. Al mezclarse el carbón del alimento con el oxígeno del aire, desenvuelve calor como lo desenvuelven un carbón ó una vela encendidos.

P.—¿Por qué están calientes todas las partes del cuerpo?

R.—Porque los vasos capilares de que ya se ha hablado corren por todo él, y la combustión de la sangre tiene precisamente lugar en esos vasos ó vesículas.

P.—¿Por qué corriendo nos calentamos?

R.—Porque corriendo inspiramos el aire más rápidamente, y también hacemos que la sangre pase más rápidamente por los pulmones que están en contacto con él. Esta acción obra sobre los vasos capilares del organismo como un par de fuelles sobre el fuego común.

P.—¿Por qué inspirando aire rápidamente calentamos nuestro cuerpo?

R.—Porque de este modo introducimos más oxígeno en él. Con esto la combustión de la sangre se hace más rápida, y siendo más rápida, así ella misma, como todas las partes del cuerpo por donde corre, deben calentarse más, como en efecto se calientan.

P.—¿Por qué produce hambre el trabajo duro?

R.—Porque él acelera la respiración, y con esta aceleración entra gran cantidad de oxígeno á los pulmones la cual aumenta la combustión capilar. El hambre es un aviso que nos da el cuerpo para recordarnos que debemos reponer el alimento combustible consumido.

R.—¿Por qué sentimos hambre cuando cantamos?

R.—Porque el canto acelera la respiración, y como con esto entra más oxígeno á los pulmones, nuestro alimento combustible se consume más rápidamente. El mismo efecto produce la lectura en alta voz, y en general, todas las acciones que aceleran la respiración.

P.—¿Por qué sentimos menos hambre de noche que de día?

R.—Porque de noche nos entregamos al sueño, y durante éste nuestra respiración es más lenta que en el día; y disminuyendo la cantidad de oxígeno que entra en los pulmones, disminuye también el consumo de alimento combustible.

P.—¿Por qué necesitamos cobertores más calientes de noche que de día?

R.—En primer lugar, porque generalmente las noches son más frías que los días; y

En segundo, porque nuestros cuerpos se hallan también de noche relativamente más fríos que de día, á causa de que respiramos más lentamente, y con esto retardamos nuestra combustión animal.

P.—¿Por qué sudamos cuando hace calor?

R.—Porque los poros del cuerpo son unas *válvulas de seguridad* muy semejantes á las de las máquinas de vapor; cuando el calor del cuerpo es muy grande, algunas de las sustancias combustibles de la sangre salen por ellos en el acto de la *traspiración*; y esta minoración de combustible en el interior refresca el cuerpo.

P.—¿Por qué las personas que tienen hambre ó se hallan mal mantenidas son perezosas para el trabajo y enemigas del ejercicio?

R.—Porque, como el combustible animal es el mismo alimento, en las proporciones debidas produce el deseo de ocupaciones agitadas; por el contrario, cuando el cuerpo carece de fuerte alimento cesa la aspiración al ejercicio muscular y la persona se hace naturalmente perezosa.

P.—¿Por qué tienen los que se entregan á ocupaciones al aire libre más apetito que los que se dedican á ocupaciones sedentarias?

P.—Porque el trabajo corporal al aire libre lleva, por medio de la respiración, mucho oxígeno á los pulmones; con esto la combustión del alimento es muy rápida; el calor animal se aumenta; y por lo mismo el hombre necesita alimentos nutritivos más pronto, lo cual lo indica su hambre insaciable.

P.—¿Por qué las personas que se entregan á ocupaciones sedentarias tienen menos apetito que los labradores, albañiles, carreteros &c

R.—1°. Porque el aire que los primeros respiran es *menos puro*, pues está privado de parte de su oxígeno; y

2°. Porque la respiración no es tan *rápida* ni tan *fuerte*; y, por eso, la combustión de su alimento es más lenta.

P.—¿Por qué gustamos de *manjares fuertes* y de alimentos grasosos, cuando el tiempo es muy frío?

R.—Porque los manjares fuertes y las grasas contienen mayores proporciones de *carbón* y de *hidrógeno* que los demás alimentos; lo que hace que al entrar esas sustancias en el organismo produzcan calor en más cantidad.

P.—¿Por qué comen más las gentes en tiempo frío que en tiempo caloroso?

R.—Porque en tiempo frío el cuerpo demanda mayor cantidad de combustible para conservar la *misma suma de calor animal*. Así, pues, por la misma razón que ponemos más carbones en el hogar en un día frío para mantener nuestro cuarto en una agradable temperatura, comemos más en tiempo frío para mantener el cuerpo en un agradable estado de calor.

P.—¿Por qué produce hambre el frío?

R.—1°. Porque el aire mantiene en tiempo frío mayor cantidad de oxígeno que en tiempo caloroso; y por lo mismo en tal tiempo, al paso que el *fuego arde con más fuerza*, la *combustión animal es más rápida*; y

2°. Porque como en tiempo frío somos más activos, ese aumento de respiración obra como un par de fuelles en la combustión capilar.

P.—¿Por qué produce la rápida *digestión* una hambre *insaciable*?

R.—Esta es una sabia disposición de la Providencia para *mantener la salud de nuestro cuerpo*; éste da aviso, por medio del hambre, de que el fuego capilar necesita alimento combustible, para que el cuerpo mismo no sea consumido.

P.—¿Por qué sentimos tendencia á la actividad en tiempo frío?

R.—1°. Porque la actividad aumenta el calor del cuerpo, avivando, á la manera que lo hacen los fuelles con el fuego, la *combustión de la sangre*; y

2°. Porque los fuertes alimentos que entonces comemos crean el deseo del esfuerzo muscular.

P.—¿Por qué son los *esquimales* tan amigos del *aceite* y del *sebo* de la *ballena*?

R.—Porque el aceite y el sebo contienen grandes cantidades de *carbón é hidrógeno*, los cuales, como se ha dicho, son excesivamente combustibles; y como esta gente vive en un clima de intenso frío, necesita aumentar el calor del cuerpo con la naturaleza grasosa de sus alimentos.

P.—¿Por qué en los climas cálidos ó en tiempo caloroso sentimos disgusto por los manjares fuertes y los alimentos grasosos?

R.—Porque los manjares fuertes y las grasas contienen carbón é hidrógeno, que dentro del organismo producen un calor intenso; por esto, pues, los rehusamos instintivamente cuando la acumulación del calor animal producida por estas cosas, al del clima ó del tiempo, pudiera sernos funesta.

P.—¿Por qué gustamos de las frutas y de los vegetales en los climas cálidos y en tiempos calorosos?

R.—Porque las frutas y los vegetales contienen menos *hidrógeno* y *carbón* que las carnes ó manjares fuertes; y por eso mismo producen menos sangre, y sangre de *naturaleza menos combustible*.

P.—¿Por qué es la sangre de naturaleza menos combustible si nos alimentamos principalmente de frutas y vegetales?

R.—Porque las frutas y los vegetales suministran á la sangre una gran porción de agua; la cual no es combustible, como el carbono y el hidrógeno de las carnes ó manjares fuertes.

P.—¿Cómo refrescan la sangre las *frutas* y los *vegetales*?

R.—En primer lugar, ellos disminuyen el *carbón* y el *hidrógeno* de la sangre que son las causas principales del calor animal; y

En segundo lugar, ellos suministran á la sangre gran cantidad de *agua*, la cual se exhala al través de la piel, y deja el cuerpo frío.

P.—¿Por qué nos sentimos perezosos y con repugnancia á la actividad en tiempo de mucho calor?

R.—1°. Porque la actividad muscular aumenta el calor del cuerpo, por la aceleración de la respiración que ocasiona; y

2°. Porque los alimentos que tomamos en tiempo de calor, que son poco grasosos, naturalmente abaten nuestro deseo de actividad corporal.

P.—¿Por qué los habitantes de las comarcas ó países intertropicales se alimentan principalmente de arroz y de frutas?

R.—Porque, por la digestión, estas sustancias se convierten casi todas en *agua*; y como esta agua refresca la sangre, impide que sintamos muy fuerte el calor intertropical.

P.—¿Por qué son las personas mal alimentadas instintivamente opuestas al *aseo*?

R.—Porque el *aseo* aumenta el hambre la cual ellas no pueden satisfacer con alimentos.

P.—¿Por qué las personas mal vestidas son también instintivamente opuestas al *aseo*?

R.—Porque la mugre es caliente (por eso los marranos que gustan del calor, gustan también de la porquería); por lo tanto, para aquellos que están mal vestidos, el calor de la mugre es agradable.

P.—¿Por qué es la gente pobre instintivamente opuesta á la *ventilación*?

R.—1°. Porque la ventilación *aumenta el oxígeno* del aire, lo mismo que la *combustión* de los alimentos, y el apetito insaciable; y

2°. Porque la ventilación *refresca el aire* de nuestros cuartos: por lo tanto, para la gente pobre, que está mal vestida, un aposento mal ventilado es agradable.

P.—¿Por qué nos calientan la *franela*, el paño, &c. ?

R.—Esas cosas en realidad no nos calientan; lo que hacen es apenas impedir que nuestro cuerpo se enfríe.

P.—¿Cómo impiden la *franela*, los paños, &c. que nuestro cuerpo se enfríe?

R.—No llevando al *aire frío* el calor de nuestro cuerpo, como málos conductores del calor que son, ni consintiendo que el aire frío se ponga en contacto con nuestro cuerpo caliente: de este modo es como los vestidos de *franela* ó *lana* nos conservan el calor.

P.—¿Por qué son las ranas y los pescados animales de sangre fría?

R.—Porque consumen muy *poco aire*: y, sin un abastecimiento de aire abundante, la *combustión* es demasiado lenta para poder engendrar mucho calor animal.

P.—¿Por qué es frío un cadáver?

R.—Porque luego que ha cesado la respiración, el aire no se dirige á los pulmones, y por lo mismo, la combustión de la sangre que no tiene lugar, no sigue generando calor animal.

## ACCION MECANICA.

### CAPITULO VIII.

#### I. PERCUSION.

P.—¿De qué modos es producido el calor por la *acción mecánica*?

R.—1°. Por percusión; 2°. por fricción; y 3°. por condensación.

P.—¿Qué se entiende por percusión?

R.—Entiéndese por percusion el *acto de golpear*; como cuando un herrero golpea con el martillo sobre un pedazo de hierro puesto sobre el ayunque.

P.—¿Por qué se encandeece el hierro dándole de golpes?

R.—Porque esto *condensa las partículas* de que se compone el metal y hace sensible su calor latente.

P.—¿Luego el hierro frío contiene calor?

R.—Sí; *todo* contiene calor; así es que cuando algo se siente frío, no es sino que su calor se encuentra en estado *latente*.

(Se ha dicho que es calor latente el calor *no perceptible á nuestros sentidos*).

P.—¿Y el hierro frío contiene calor latente?

R.—Sí; y cuando un herrero acerca unas á otras las *partículas* del hierro por medio del martillo, ó lo que es lo mismo, lo *condensa*, le saca el calor latente, el cual hace enrojecer el hierro.

P.—¿Cómo hacían los herreros para hacer lumbre con sus *pajuelas* antes de la invención de los fósforos?

R.—Colocaban sobre el ayunque un clavo de hierro delgado, dándole con el martillo dos ó tres golpes, encandecían lo suficiente para encender el azufre que rodeaba unas mechas de algodón, que era lo que entonces se denominaba *pajuelas*.

P.—¿Cómo puede un clavo, batido por el martillo, prender una *pajuela*?

R.—Las partículas ó moléculas del clavo, al ser acercadas unas á otras por el martillo, no pueden contener más tiempo tanto calor en el estado latente, como contenían antes; parte de éste, en consecuencia, viene á ser sensible y á aumentar la temperatura del hierro.

P.—¿Por qué golpeando el pedernal con un pedazo de acero se producen chispas?

R.—Porque con esto se comprimen ó condensan las partes del pedernal y del acero que se chocan. En consecuencia algo de su *calor latente* que queda libre, se manifiesta en forma de chispa.

P.—¿Cómo este desarrollo de calor produce *chispa* é incendia la yesca?

R.—Cada ligero fragmento, ora de acero, ora de pedernal, de los que se desprenden á cada golpe y que tienen una elevada temperatura, incendia la yesca sobre la cual cae.

P.—¿Para qué se sopla la yesca mientras se golpea el pedernal?

R.—Para que este aumento de aire pueda suministrar á la yesca más oxígeno que avive la combustión ó que ayude á ella.

P.—¿De dónde viene el oxígeno del aire que con el soplo se dirige á la yesca encendida?

R.—Del mismo aire, que, como ya se sabe, está compuesto de dos gases, *oxígeno y nitrógeno ó azoe*, en la proporción de un elemento del primero por cuatro del segundo.

P.—¿Qué efecto produce el gas oxígeno en la yesca encendida?

R.—Este gas sostiene su *combustión*. Al soplar la yesca encendida el oxígeno que le lleva el aliento, la aviva de la misma manera que un par de fuelles avivan el fuego que quiere extinguirse.

P.—¿Por qué sacan á veces los caballos chispas del suelo con las patas?

R.—Porque cuando el hierro de las herraduras da en los pedernales que se encuentran en el suelo, se desprenden enrojecidos algunos fragmentos, ora de las herraduras, ora de los pedernales ó guijarros, los cuales aparecen como chispas.

P.—¿Qué es lo que encandeece estos fragmentos?

R.—La *percusión que condensa* las partes heridas; en consecuencia algo de su calor latente se hace sensible, y se manifiesta en estado incandescente de dichas partes.

## CAPITULO IX.

### II. FRICCION.

P.—¿Qué se entiende por *fricción*?

R.—El acto de *restregar dos cosas* una contra otra, á la manera que lo hacen los indios salvajes con dos pedazos de madera para producir fuego.

P.—¿Cómo producen los indios salvajes fuego solamente restregando uno contra otro dos pedazos de madera seca?

R.—Toman un pedazo de madera seca aguzado hacia una punta, el cual restregan rápidamente de arriba abajo contra otro *pedazo plano*, hasta que se hace una cavidad en el segundo con la punta del primero; y las partículas de uno y otro, que al seguirlos frotando, se recogen en esa cavidad son las que hacen fuego.

P.—¿Por qué coge fuego el polvo ó serrin que se desprende de la madera restregándola?

R.—Porque la *fricción* desarrolla en ella su *calor latente*.

(Para el efecto de hacer fuego, las maderas preferibles son el *boj* frotado contra la morera, ó el *laurel* contra el *álamo* ó *chopo temblón* ó *hiedra de la tierra*).

P.—¿Es cierto que á veces se prenden las ruedas de los carruajes?

R.—Sí; cuando las ruedas están sin *untar*, ó *bien estrechas* á sus ejes, ó revuelven muy *rápidamente*, se prenden.

P.—¿Por qué se prenden las ruedas en tales casos?

R.—Porque la *fricción* de las *ruedas* contra el eje desarrolla su calor latente y produce la *ignición*.

P.—¿De qué proviene la costumbre de engrasar ó untar las ruedas de los carros?

R.—Proviene de que la *grasa disminuye* la *fricción*; y, siendomenor la *fricción*, se desarrolla menos el calor latente de las ruedas.

P.—¿Por qué restregándonos las manos una contra otra y la cara con ellas cuando las tenemos frias, así las unas como la otra se calientan?

R.—1°. Porque la fricción excita el calor latente de nuestras manos y de nuestra cara y nos lo hace sensible; y

2°. Porque de ese modo hacemos que la sangre circule más rápidamente, y en consecuencia el monto de calor, que había quedado estacionario, se aumenta.

P.—¿Por qué cuando alguno ha estado á punto de ahogarse se le devuelve, frotándolo ó restregándolo, la animación suspendida?

R.—1°. Porque la fricción excita el *calor latente* del cuerpo inanimado; y

2°. Porque ella hace circular la sangre más rápidamente, lo que aumenta el calor animal.

P.—¿Por qué se derriten dos pedazos de hielo, restregados uno contra otro?

R.—El hielo tiene 77 grados de *calor latente*, y así cuando dos pedazos se frotan *uno contra otro*, parte de su calor latente se hace sensible y derrite ó funde el hielo.

P.—¿No se prenden también á veces los bosques por efecto de la fricción?

R.—Sí; cuando las ramas ó los troncos de dos árboles, abatidos por el viento, vienen á tocarse y por efecto de este mismo se refrigeran unos contra otros con mucha violencia, su calor latente se desarrolla, prenden fuego, y con ellos puede prenderse también todo el bosque.

P.—¿Por qué las herramientas de los carpinteros, así como barrenas, sierras, limas &c., se calientan cuando se ponen en uso?

R.—Porque la fricción de las herramientas contra la madera desarrolla su calor latente y lo hace *sensible*.

(Al taladrar los cañones, de resultas de la fricción, los taladros se ponen tan excesivamente calientes, que si uno los toca se le ampollan las manos; otro tanto sucede al taladrar cualquiera cosa de metal, algo resistente).

P.—¿Por qué se calientan tanto los taladros?

R.—Porque la fricción de ellos con el metal es tan grande que suelta una cantidad bastante considerable de calor latente.

## CAPITULO X.

### III. CONDENSACION O COMPRESION.

P.—¿Qué se llama *compresión*?

R.—Se llama *compresión* el acto de aproximar unas á otras las partículas ó átomos de que se compone una cosa cualquiera; como por ejemplo, cuando exprimimos una esponja cogiéndola entre las manos.

P.—¿No puede la compresión desarrollar calor en el aire común?

R.—Sí; si colocamos un pedacito de yesca en el fondo de un tubo de vidrio de unos dos ó tres centímetros de diámetro, y de paredes resistentes, y por medio de un émbolo comprimimos el aire contenido dentro del tubo, la yesca se prenderá.

(La reducción de la materia á menor volumen por cualquiera fuerza *mecánica externa* se denomina *compresión*. La reducción de la misma por cualquier *acción interna*, como por ejemplo el escape del calor, se denomina *condensación*).

P.—¿Por qué se prende la yesca?

R.—Porque al *comprimir* el aire, si podemos expresarnos así, se escurre su calor latente á la manera que escurre el agua de una esponja

empapada cuando se la aprieta entre las manos, y ese calor no puede menos de prender la yesca que se encuentra en el fondo del tubo.

P.—¿Por qué aparece un ligero resplandor cuando se descarga en lo oscuro una escopeta de viento?

R.—Porque el aire se *condensa* entonces muy rápidamente y su calor latente se manifiesta en un *destello luminoso*.

P.—¿Por qué estallan ó se prenden la sal *detonante* ó la pólvora cuando son restregadas ó heridas de algún golpe?

R.—Porque la acción mecánica producida por el refregón ó por el golpe, desarrolla suficiente calor para inflamar los materiales explosivos de que así la una como la otra están compuestos.

P.—¿Por qué se calientan las balas de cañón y de fusil al salir disparadas de estas armas?

R.—Porque el aire se condensa tan rápidamente cuando tiene lugar la descarga, que se desarrolla bastante calor latente para encandecerlas.

P.—¿Por qué los agujeros hechos en una pared ó en un pedazo de madera, por una bala de cañón ó de fusil quedan como si hubieran sido quemadas?

R.—Porque al salir dichas balas de las respectivas armas de que fueron disparadas, estaban tan calientes que alcanzaron á chamuscar el material en que penetraron.

## EFFECTOS DEL CALOR.

### CAPITULO XI.

#### I. EXPANSION.

P.—¿Cuáles son los efectos principales del calor?

R.—Los efectos generales del calor son: 1°. La expansión de los cuerpos; 2°. Su liquidación; 3°. Su vaporización; 4°. Su evaporización; y 5°. Su ignición.

P.—El calor dilata el aire?

R.—Sí; si á una vejiga en parte llena de aire, le ata uno perfectamente el cuello, y la pone cerca del fuego, el aire se dilatará hasta el punto de reventarla.

P.—¿Por qué se ensanchará ó dilatará el aire al poner la vejiga cerca del fuego?

R.—Porque el calor del fuego separará unas de otras las partículas ó átomos de que está compuesto el aire, y hará que ocupen más espacio del que ocupaban antes.

P.—¿Por qué las castañas cuando están sanas, al tostarlas estallan haciendo tanto ruido?

R.—Porque este fruto contiene una gran cantidad de aire que se dilata por el calor del fuego; y no pudiendo escaparse, revienta la dura corteza, rajándola y produciendo ese ruido.

P.—¿Qué ocasiona el duro estallido ó detonación que entonces oímos?

R.—En primer lugar, el repentino rompimiento de la corteza produce detonación; de la misma manera que la produciría un pedazo de palo ó de vidrio, ó de cualquiera otra cosa al partirlo en dos; y en segundo, la produce también el aire caliente contenido dentro de la cas-

castaña; ni más ni menos que como la produce la pólvora cuando, prendida, se escapa de una arma.

P.—¿Por qué produce detonación el repentino rompimiento de la corteza de una castaña, ó la partidura de un pedazo de madera?

R.—Porque cuando en estas cosas se vence del modo repentino que se ha dicho la atracción de la cohesión, sufre ó experimenta el aire una violenta sacudida. Esta sacudida produce rápidas undulaciones en el aire, las cuales, hiriendo el oído, llevan al cerebro la sensación del sonido.

P.—¿Por qué producen detonación el escape del aire de una castaña y la explosión de la pólvora?

R.—Porque la repentina expansión del aire, en un caso, y de los gases producto de los materiales de la pólvora en otro, produce un vacío parcial; y el impetu del aire fresco que se precipita á colmar ese vacío es el que produce la detonación.

P.—¿Por qué si la castaña está rajada no estalla ó detona?

R.—Porque el aire caliente de ella puede entonces escaparse libremente por la grieta, hendidura ó rajadura de la corteza.

P.—¿Por qué se raja ó hace grietas una manzana y se deslíe cuando se la asa?

R.—Porque la manzana contiene gran cantidad de aire, el cual, dilatado por el calor del fuego, revienta el pellejo llevándose en su impetuosidad para salir mucho del jugo de la fruta.

P.—¿Contiene una manzana proporcionalmente más aire que una castaña?

R.—Sí; mucho más. El aire condensado en una manzana común podría bien llenar un espacio 48 veces mayor que el que ocupa la manzana misma.

P.—¿Cómo puede estar reducido todo ese aire en una manzana?

R.—El interior de una manzana se compone de celdillas, semejantes á las de un panal de miel, cada una de las cuales contiene una gran proporción de aire.

P.—¿Por qué al asar una manzana una parte no más se vuelve blanda, mientras la otra permanece dura?

R.—Porque el aire contenido en las celdillas que quedan próximas al fuego se dilata, y se sale de ellas; la impetuosidad del aire al dilatarse destruye dichas celdillas, lo cual hace mezclar los jugos de que están formadas; de esta suerte la manzana se marchita por la pérdida del aire y parte de los jugos ya indicados, apareciendo blanda en aquellas partes.

P.—¿Qué se quiere dar á entender cuando se dice que la manzana se marchita?

R.—Esto significa que pierde su consistencia, que se hace floja y se se arruga.

P.—¿Por qué se desprenden chispas, haciendo tanto ruido de un pedazo de madera expuesto al fuego?

R.—Porque el aire, dilatado por el calor, se abre paso por los poros de la madera, llevándose la cubierta ó tapadera del poro que se opone su paso.

P.—¿Qué se entiende por poros de la madera?

R.—Los pequeños agujeros ó cavidades por los cuales circula la vida.

P.—¿Qué son las chispas que saltan de la madera?