

R.—No; el aire que queda en contacto con la tierra, viene á igualar casi su *temperatura* con la de la superficie de la tierra misma; y precisamente por esa razón la neblina *no se condensa en rocío*, sino que se queda flotando sobre la tierra como una espesa nube.

P.—Cuando uno observa la neblina, le parece que se va levantando cada vez más, y con todo se conserva tan densa hacia la parte de abajo como al principio. ¿En qué consiste eso?

R.—En que el aire que queda sobre la tierra se enfría primero, é inmediatamente después se enfría el aire que descansa sobre él, formando una tongada de neblina; el que toca esta nueva tongada de neblina que se forma ó descansa sobre ella, se *enfria* igualmente por contacto, y así en lo sucesivo. De aquí resulta que parece que la neblina se eleva, cuando en efecto, sólo se está espesando ó densificando.

P.—¿Por qué se desvanecen así la neblina como el rocío, tan luego como aparece el sol?

R.—Porque al elevarse el sol, el aire se hace más caliente, y absorbe el vapor.

P.—¿Por qué se redondean las gotas de rocío?

R.—Porque en los líquidos, tomados en pequeñas cantidades, la fuerza de *cohesión*, ó sea la fuerza que une unas á otras sus moléculas, supera la *acción* de la *gravedad*, ó la atracción de la tierra; y esto viene á formar en ellas la tendencia que se les nota á mantenerse todas á igual distancia del centro.

(Si alguna vez se achatan ó se extienden, eso se debe á la reunión de varias gotas en una sola.)

P.—¿Por qué ruedan á veces las gotas de rocío por las hojas de las *berzas* y de las *amapolas* sin humedecer su superficie?

R.—Porque las hojas de estas y otras plantas de la misma naturaleza están cubiertas de un polvo muy fino y ceroso, sobre el cual las gotas de rocío ruedan sin humedecer ó mojar la superficie. Este fenómeno es en un todo análogo al que tiene lugar cuando las gotas de agua de la lluvia caen sobre polvo.

P.—Y ¿por qué ni la gota de rocío humedece las hojas de las *berzas* ó *amapolas* sobre las cuales cae, ni las de agua humedecen el polvo?

R.—Porque ni uno ni otro de los dos polvos de que hemos hablado tienen afinidad por el agua, y por lo mismo la repelen ó rechazan.

P.—¿Por la misma razón será por lo que el rocío rueda por las rosas sin humedecer sus pétalos?

R.—No; en este caso es porque las hojas ó los pétalos de las rosas tienen un *aceite esencial*, que como el polvo, tampoco tiene *afinidad* por el agua, lo que hace que la rechace.

P.—¿Por qué los cisnes y los patos pueden sumergirse en el agua sin mojarse?

R.—Porque las plumas de estos animales están cubiertas de una *secreción aceitosa*, ó mejor de una especie de almizcle, que tampoco tiene afinidad por el agua, y por lo mismo la repele.

P.—¿Cuál es la causa de la neblina?

R.—Las corrientes de aire que vienen de encima de las aguas, cuando se ponen en contacto con las corrientes de aire más frío procedentes de la tierra.

P.—¿Por qué son las corrientes de aire procedentes de la tierra más frías que las que se originan sobre las aguas?

R.—Porque la tierra, una vez que el sol se ha puesto sobre el horizonte, es mejor radiador del calor que el agua; y en consecuencia el aire

que entonces se encuentra en contacto con la tierra, es más frío que el que se encuentra en contacto con el agua. O mejor, porque el agua, después de la puesta del sol, no se enfría tan á prisa como la tierra.

P.—En qué consiste eso?

R.—1.º En que la superficie del agua está *cambiando* perpetuamente; y

2.º En que tan luego como la porción que ocupa la superficie se enfría, se *hunde*, y nuevas porciones de agua más caliente se *levantan* á ocupar su lugar; y así para que se enfríe la superficie del agua, se requiere que se encuentre ya fría toda su masa ó volumen; lo que nõ sucede en la tierra.

P.—¿Por qué no hay nieblas todas las noches?

R.—Porque aunque si bien es cierto que el aire contiene siempre en solución cierta cantidad de vapor, la cual varía con la temperatura, cuando no ha llegado al punto de *perfecta saturación*, puede enfriarse mucho sin separarse de su vapor.

P.—Cuándo tienen lugar las nieblas durante la noche?

R.—Cuando el aire está *saturado* de vapor durante el día; porque entonces, luego que el frío de la noche mengua la capacidad de este para mantener en suspensión, ó como si dijéramos, disuelto, el que lo saturaba, la humedad sobrante se deposita en forma de rocío ó en forma de niebla.

P.—¿Por qué hay á menudo niebla durante la noche cerca de los terrenos pantanosos y de los lagos y ríos?

R.—Porque las masas de aire que pesan sobre los terrenos pantanosos, lagos y ríos, y aun las que se extienden á alguna distancia de estos, están casi siempre muy próximas de su punto de saturación; y por lo mismo la menor depresión de temperatura las obliga á desprenderse de parte de su humedad la cual cae en forma de rocío, ó se manifiesta en la de niebla.

P.—¿Qué *diferencia* hay entre el *rocío* y la *lluvia*?

R.—Esta: *rocío* es la condensación del vapor disuelto en el aire, que tiene lugar cerca de la *superficie de la tierra*; *lluvia*, es la misma condensación del vapor en forma de gotas que se desprenden desde una altura considerable. De ambas cosas es causa el frío que condensa el vapor de agua contenido en el aire cuando éste se halla cerca de su punto de saturación.

P.—¿Por qué se desvanecen las nieblas y brumas á la salida del sol?

R.—Porque el calor de este astro cambia otra vez en *vapor invisible* las partículas de agua que las forman.

P.—¿Qué *diferencia* hay entre las *neblinas* ó *brumas*, y las *nieblas*?

R.—Se aplica el nombre de *neblinas* á los vapores condensados sobre los terrenos *pantanosos*, ó de los que quedan cerca de los *rios y lagos*, ó sobre estos mismos.

Se llaman *nieblas* los vapores condensados sobre la tierra; especialmente si dichos vapores están cargados de humo.

P.—¿Por qué los vapores condensados forman unas veces nubes y otras nieblas?

P.—Porque unas veces la superficie de la tierra está más caliente que el aire, y otras el aire más caliente que la superficie de la tierra. Si sucede lo primero, el vapor que se levanta de la superficie de la tierra, enfriado por el aire frío, se convierte en *niebla*; si sucede lo segun-

do, el vapor de la misma, que no encuentra obstáculo ninguno para atravesar grandes porciones de aire, forman nubes.

P.—¿Si el frío del aire produce niebla, por qué no se ven estas en una mañana helada?

R.—1.º Porque en un día helado se forma menos vapor en el aire que en un día cálido; y

2.º Porque el vapor se congela sobre el suelo antes de poderse levantar de la tierra un espacio suficiente para producir las.

P.—¿Por qué son más frecuentes las nieblas en otoño que en primavera?

R.—1.º Porque el aire en la primavera está, por regla general, mucho más seco que en otoño, y por lo mismo no está tan cerca de su punto de saturación; y

2.º Porque la tierra en primavera no está tan caliente como en otoño; en consecuencia de lo cual, su vapor no se condensa en niebla en el mismo momento de entrar en el aire.

P.—¿Por qué son más comunes las nieblas en los valles que en las colinas?

R.—1.º Porque los valles contienen *más humedad* que las colinas; y

2.º Porque los valles no están expuestos á vientos capaces de disipar el vapor.

P.—¿Cómo disipa el viento las nieblas?

R.—Ya llevándose las en su curso, ó ya disolviéndolas otra vez en vapor.

P.—¿Cuántas especies hay de escarcha?

R.—Dos: las cuales propiamente hablando no son otra cosa que el rocío helado la una, y la *niebla helada* la otra.

P.—¿Cuál es la causa de la escarcha del suelo ó del rocío helado?

R.—La *rapidísima radiación* del calor de la tierra; en consecuencia de la cual la superficie de esta baja tanto de temperatura que hiela el rocío que sobre ella se condensa.

P.—¿Por qué solamente se ve *escarcha* después de una noche muy despejada y muy clara?

R.—Porque la tierra no puede irradiar tanto calor como se necesita para que *hiela* el vapor condensado sobre su superficie, sino cuando la noche ha sido á la verdad muy clara.

P.—¿Por qué se encuentran á menudo cubiertos de escarcha el suelo y los árboles, cuando el frío aun no es suficiente para congelar el agua de los ríos?

R.—Porque entonces no es el efecto del frío del *aire*, sino es el frío de la superficie de la tierra, producido por una *excesiva radiación*, lo que hiela el rocío condensado sobre estas cosas.

P.—¿Por qué es más gruesa ó espesa la capa de escarcha que se deposita sobre la hierba y las *legumbres*, que la que se deposita sobre los árboles elevados?

R.—Porque el aire que toca con el suelo es mucho más frío después de la puesta del sol, que el que se encuentra un *poco más arriba*; y en consecuencia, allí donde es más frío, más vapor se condensa y congela.

P.—¿Por qué es el aire que toca con la superficie del suelo más frío que el de regiones un poco más elevadas?

R.—Porque la *tierra* irradia más calor que las *hojas* de los árboles elevados; y por lo tanto, más rápidamente condensa y congela el vapor del aire.

P.—¿Por qué son las *siemprevivas* frecuentemente atacadas por la escarcha ó el hielo, cuando los árboles elevados no lo son?

R.—Porque ellas no se levantan mucho de la superficie del suelo, y el aire de la superficie de la tierra, por la radiación de esta, se hace más frío que el de las regiones elevadas.

P.—¿Por qué se encuentra poca ó ninguna escarcha debajo de los arbustos y árboles copudos?

R.—1.º Porque las capas hojosas detien en ó impiden, en parte, la radiación de la tierra; y

2.º Porque así los arbustos como los árboles irradian calor hacia la tierra, y por lo mismo el suelo que queda debajo de ellos nunca se enfria bastante para congelar el poco rocío que yace á su sombra.

P.—¿Cuál es la causa de la escarcha que se ve por la mañana?

R.—La espesa niebla ó bruma que rodea la tierra durante la noche, que al ser condensada por el aire penetrante de la madrugada, se congela sobre todos los objetos con los cuales se pone en contacto.

## CAPÍTULO XIX.

### V. TRANSMISION DEL CALOR.

P.—¿Qué se entiende por calor transmitido?

R.—El comunicado ó transportado de un lugar á otro; á la manera que el agua caliente del asiento ó fondo de una olleta lo transporta ó comunica á toda la masa de agua á través de la cual asciende.

P.—¿Son los líquidos buenos conductores del calor?

R.—No; los líquidos son *malos conductores*, y por lo mismo sólo se pueden calentar por *transmisión*.

P.—¿Por qué son los líquidos malos conductores del calor?

R.—Porque el calor los evapora, y después de evaporarlos se va con los vapores en que los convierte, sin consentir ó dar lugar á ser conducido por ellos.

P.—¿Cómo, pues, se calienta el agua de una vasija?

R.—De este modo: la parte que esta más cerca del fuego, que es la primera que se calienta, una vez que esto ha tenido lugar, sube á la superficie; otras capas más frías vienen en seguida á ocupar su lugar, las cuales, calentadas á su vez como las primeras, suben también, y así en adelante hasta que toda adquiere la temperatura de ebullición.

P.—¿Por qué está en una agitación tan continua el agua cuando se halla hirviendo?

R.—Esta agitación ó conmoción es principalmente producida por las corrientes ascendentes de agua caliente y las descendentes de agua fría que se establecen en ella para calentarse y que duran todo el tiempo que dura el hervor.

(El escape del vapor formado contribuye también á aumentar esta agitación.)

P.—¿Cómo se distribuyen estas corrientes en la masa líquida?

R.—La *corriente ascendente*, cálida y menos densa, ocupa el centro; al paso que la descendente, fría y más densa, baja rozando las paredes laterales de la vasija.

P.—¿Por qué se aplica el calor por debajo de las ollas y de los *calderos* y no por encima?

R.—Por la razón de que el agua, lo mismo que los demás líquidos, excepto el mercurio, no se calienta en toda su masa sino por las corrientes que se establecen en ella como queda dicho; por lo tanto, si el calor se les aplicara por encima á las vasijas en que está contenida, las partes que quedarán debajo de la superficie, no se calentarán jamás.

P.—Si se pone fuego sobre una parrilla esta se enrojece por la parte de abajo, ¿por qué no habría, pues, de hervir el líquido aplicándole fuego á la vasija en que está contenido, del mismo modo?

R.—Porque la parrilla es de hierro, y esta sustancia es un excelente conductor; por lo tanto, si se calienta por un extremo, el calor se comunicará inmediatamente al otro por conducción. Pero el agua es un mal conductor, y por eso no difundirá calor de la misma manera.

P.—¿Cómo se puede probar experimentalmente que el agua es un mal conductor del calor?

R.—Cuando un herrero ó cerrajero introduce un hierro incandescente en una cuba de agua, la que rodea al hierro lateralmente se pone hirviendo, mientras que la que queda debajo de la superficie se mantiene perfectamente fría.

P.—Si uno deseara enfriar ó refrescar líquidos, ¿por dónde debería aplicarles el frío?

R.—Por encima; porque de este modo las porciones que se resfriaran ó perdieran su calor bajarían siempre y permitirían á las porciones más calientes ir á ponerse en contacto con las sustancias más refrescadoras.

P.—Cuando el agua está hirviendo ¿puede adquirir más calor aún dejándola expuesta al fuego?

R.—Si de la vasija que la contiene se permite que se escape el vapor, nó; pero si está herméticamente cerrada, sí.

P.—¿Por qué no se pone más caliente el agua hirviendo expuesta al fuego, si de la vasija que la contiene se puede escapar el vapor?

R.—Porque del punto de ebullición, así del agua como de cualquiera otro líquido en adelante, las nuevas cantidades de calor que se agreguen á las vasijas que los contengan sólo se invierten en producir vapor, y al escaparse el vapor, esas nuevas cantidades de calor agregadas desaparecen con él.

P.—¿Por qué se mantiene la sopa caliente por más tiempo que el agua hirviendo?

R.—Porque las grasas y los varios ingredientes que flotan en el caldo de la sopa se oponen al movimiento ascendente de las partículas calientes ó burbujas de vapor que se forman en ella.

P.—Si uno necesita mantener caliente el agua de una vasija por mucho tiempo qué deberá hacer?

R.—Añadirle á dicha agua un poco de *almidón* ó de *flor de harina*.

P.—¿Y por qué se mantendrá caliente por más tiempo con el agregado de estas sustancias?

R.—Porque ellas se opondrán al movimiento ascendente de las burbujas de vapor, é impedirán que se levanten demasiado libremente de la superficie.

(De aquí puede uno inferir por qué el chocolate espeso, las cremas, el arroz con leche &c.<sup>a</sup> se conservan calientes por tanto tiempo.)

P.—¿Por qué á veces se revientan las calderas de vapor?

R.—Porque el vapor es *muy elástico*, y la elasticidad que posee este cuerpo aumenta en mayor proporción que aquella en que aumenta

el mismo calor que la produce; así es que si no se le deja libre respiradero, el vapor reventará la vasija en que se halle confinado.

P.—Es el aire buen conductor del calor?

R.—No: por el contrario es muy malo; por eso, como el agua, sólo puede calentarse por transmisión, ó lo que es lo mismo, por corrientes.

P.—¿Cómo se calienta el aire de un cuarto con una estufa?

R.—De este modo: el aire que rodea el fuego, que indudablemente tiene que calentarse por el contacto con él, aun cuando sea mal conductor del calor, se dilata y sube; el espacio vacío que este deja, viene á ser inmediatamente ocupado por otra porción de aire frío, el cual se calienta, se dilata y sube á la misma temperatura que el primero; lo cual continúa hasta que se calienta todo el del cuarto. Y he aquí la razón por qué, como ya se ha dicho, las estufas en los cuartos se construyen próximas al suelo y no pegadas al cielo raso.

P.—¿Por qué se quema uno, si al sacar un tizón del fuego le deja la parte prendida para abajo; y si se la deja para arriba, nó?

R.—Porque cuando uno hace lo primero, el extremo encendido del tizón calienta el aire que queda en contacto con él; y este aire caliente en su ascenso, forma una especie de manija que rodea el tizón ó que es casi paralela á él, la cual va á parar á la mano. Cuando uno hace lo segundo, la mano no queda bañada sino por la corriente de aire frío que va á terminar en el tizón, partiendo desde más abajo, lo cual es producido por el fuego del mismo

## PARTE II.—AIRE.

### CAPÍTULO XX

#### LA ATMOSFERA.

P.—¿De qué está compuesto el aire atmosférico?

R.—Principalmente de los dos gases *oxígeno* y *nitrógeno* ó *ázo*, mezclados en las siguientes proporciones: 1 parte de *oxígeno* para 4 de *nitrógeno*; es decir que en un volumen de 5 litros, el *oxígeno* hace 1 y el *nitrógeno* 4.

(No debe olvidarse que el aire también contiene pequeñas porciones de otras sustancias gaseosas, como *vapor de agua*, *ácido carbónico* y *amoníaco*.)

P.—¿Qué cosa es un gas?

R.—Un fluido *elástico* y permanente que se asemeja al aire.

Bajo el respecto de *elásticos*, difieren estos cuerpos de los líquidos, en que á los primeros se les puede reducir mucho de volumen y á los segundos nó; al respecto de *permanentes*, difieren mucho de los vapores, en que estos, los vapores, se pueden reducir siempre á líquidos por efecto de la compresión y el enfriamiento, bastando en la mayor parte de los casos sólo una de las dos cosas, al paso que aquellos se resisten en gran parte á cambiar por otra su forma gaseosa. Se dice que se asemejan al *aire* porque son *incoloros* ó invisibles como él: no obstante, hay varias excepciones. El *cloro*, por ejemplo, da un tinte *verde caña* á la vasija en que se halla contenido.

P.—¿Cómo se prueba fácilmente que los gases son elásticos y que los líquidos nó?

R.—Vertiendo de una vasija que contenga un gas, por ejemplo, *cloro*, la mitad ú otra parte cualquiera del contenido; y se verá que lo restante queda llenando perfectamente la vasija, aunque bien es cierto que no conserva la misma densidad. Si de una vasija llena de agua vertemos la mitad, con la mitad restante, no quedará igualmente llena la vasija como sucede con el gas.

P.—Cuáles son los usos del *oxígeno* del aire?

R.—*Apoyar* la combustión y *mantener* la vida.

P.—¿Qué se quiere dar á entender cuando se dice que el oxígeno del aire *apoya* la combustión?

R.—Que el oxígeno del aire es el que hace arder el *combustible*.

P.—¿Cómo hace arder el combustible el oxígeno del aire?

R.—Por efecto del calor, el combustible se descompone en *hidrógeno* y *carbóno*, y al combinarse estos dos elementos con el *oxígeno* del aire se produce la combustión.

P.—¿Qué gas es el que resulta de la combinación del carbono y del oxígeno?

R.—El llamado *ácido carbónico*.

P.—¿Y qué se hace el *hidrógeno* del combustible?

R.—El hidrógeno del combustible se combina también con parte del oxígeno del aire, y forma *vapor acuoso*; pero esta combinación es seguida de la producción de la *llama*, debida á la misma naturaleza inflamable del *gas hidrógeno*.

P.—En todos estos cambios y combinaciones ¿qué se hace el *nitrógeno* ó *ázoe* del aire?

R.—El nitrógeno se escapa sin alteración alguna, para luego mezclarse de nuevo con oxígeno y convertirse en aire común.

P.—¿Qué se quiere dar á entender cuando se dice que el *oxígeno* mantiene la vida?

R.—Que si una persona dejara de respirar oxígeno, moriría irremediabilmente.

P.—¿Qué bienes resultan de esta respiración de oxígeno?

R.—En primer lugar, ella da vitalidad á la sangre; y

En segundo, ella es la causa del *calor animal*.

P.—¿Cómo se convierten en sangre los alimentos?

R.—Una vez comidos se reducen en el estómago á una especie de *pulpa gris* llamada *quimo*; luego pasan á los intestinos, y en esa parte la bilis los convierte en una *sustancia lechosa* llamada *quilo*.

P.—Y ¿qué se hace luego la sustancia lechosa llamada quilo?

R.—Esta sustancia es absorbida por las vesículas llamadas lácteas, y de aquí vertida en las venas del *lado izquierdo del cuello*. En las venas se mezcla con la sangre y también se convierte en sangre.

P.—¿Cómo se mezcla con la sangre el oxígeno que inspiramos?

R.—El oxígeno del aire que inspiramos se mezcla con la sangre en los *pulmones*, y él es el que le da ese color rojo *brillante* ó *vivo*.

P.—¿De qué color es la sangre antes de oxidarse en los pulmones?

R.—De un color *púrpura oscuro*. Al ponerse en contacto ó mezclarse con el oxígeno es cuando toma el color rojo brillante que le vemos.

(El término *oxidado* significa impregnado de oxígeno.)

P.—¿Por qué son tan pálidas las personas que viven en piezas muy cerradas ó en ciudades populosas?

R.—Porque la sangre deriva su color rojo del oxígeno del aire que inspiramos; pero como el aire de las piezas cerradas y ciudades populo-

sas no es fresco. *carece de oxígeno*, y no puede dar á la sangre su tinte rojo natural.

P.—¿Por qué las personas que viven al aire abierto, ó en el campo, tienen ordinariamente tan buen semblante?

R.—Porque ellas respiran siempre aire fresco, el cual tiene su debida proporción de oxígeno; y el oxígeno que respiramos es el que da á la sangre su calor.

P.—¿Por qué no es el aire de las ciudades *tan fresco* como el del campo?

R.—Porque el de las ciudades se halla impregnado del aliento que exhalan sus numerosos *habitantes*, del mal olor de sus *abañales*, del humo de sus *hogares* y de muchas otras impurezas.

P.—¿Cómo convierte el oxígeno en rojo el color de la sangre?

R.—La materia colorante de la sangre está compuesta de *glóbulos* muy menudos que flotan en ella; al unirse el oxígeno con las capas exteriores de estos *glóbulos* los vuelve lechosos, y la materia oscura colorante de la sangre, vista al través de esta capa lechosa, aparece de un color *rojo vivo*.

(Si uno toma un poco de sangre y la echa en un vaso lechoso, y luego levanta ese vaso contra la luz, el contenido se verá del color de la sangre de las arterias.)

P.—¿Cómo produce calor animal la *combinación* del oxígeno con la sangre?

R.—El principal elemento de la sangre es *carbón*, y al combinarse ese *carbón* con el oxígeno del aire que inspiramos, produce gas ácido carbónico, de la misma manera que lo produce el combustible al arder ó consumirse.

P.—¿Qué se hace el *nitrógeno* del aire, después de que el oxígeno entra en la sangre?

R.—Este es lanzado de los pulmones sin alteración alguna, por el acto de la respiración, para mezclarse otra vez con el oxígeno y convertirse en aire común.

P.—¿Por qué el aire viciado, después de que uno ha absorbido el oxígeno, sale de la *boca* en lugar de pasar al estómago?

R.—Porque para este objeto se hace una provisión mecánica en la parte superior de la garganta ó tráquea.

(Los pulmones son una masa hueca y esponjosa, capaz de contener aire y de ser dilatada por él. Están situados de tal modo en el pecho, que el aire debe ocuparlos cuando quiera que se ensanchen las cavidades del *tórax*. La respiración tiene lugar de este modo: cuando inspiramos el aire, se ensancha el *tórax*; en consecuencia de esto se *forma un vacío en los pulmones*, y el aire, externo pesado, entra instantáneamente por la boca y la garganta á colmar este vacío.

Cuando lo expelemos, el *tórax* se contrae otra vez, y en consecuencia ya no puede contener la misma cantidad de aire que antes, y alguna parte es necesariamente desechada. Cuando esta expulsión de aire tiene lugar, los pulmones y las *fibras musculares* de la garganta se contraen con el objeto de favorecerla.)

P.—Si tanto en la *combustión* como en la *respiración* se consume el oxígeno del aire, y el nitrógeno ó *ázo*e es rechazado, ¿por qué no se destruyen las proporciones del aire?

R.—Porque durante el día la superficie inferior de las hojas de los vegetales lanza oxígeno al aire, ó lo que es lo mismo, devuelve al cuerpo que nos rodea el mismo elemento de que habia sido privado.

P.—¿De dónde *obtienen* las hojas el oxígeno que *exhalan*?

R.—Del *ácido carbónico* que absorben del suelo por medio de las raíces y que es llevado hasta las hojas por la *savia* ascendente.

(Recuérdese que el *ácido carbónico* es un compuesto de *carbono* y *oxígeno*.)

P.—¿Cómo se *ingenian* las plantas para absorber el *ácido carbónico* del suelo?

R.—Esta sustancia se eleva, por efecto de la atracción capilar, por entre las *raicillas* fibrosas después de haber sido disuelta en el suelo por el agua.

P.—¿Y de dónde obtiene el *suelo* ese *ácido carbónico*?

R.—1.º Del aire del cual es desprendido por los aguaceros ó fuertes *llovias*;

2.º De la descomposición de las materias animales y vegetales, que siempre producen este gas en abundancia; y

3.º Toda piedra de cal, toda marga ó *tierra blanca* y todas las piedras calcáreas contienen grandes cantidades de ácido carbónico, en estado *sólido*.

P.—¿Si las hojas *desechan* el oxígeno del ácido carbónico que las plantas absorben ó toman por las *raicillas*, ¿qué viene á ser del carbono?

R.—El carbono es retenido por las plantas, pues este es para ellas una especie de alimento, que les da *firmeza* y *solidez*.

P.—¿Cómo es que Dios ha hecho la *vida animal* dependiente de la de los vegetales?

R.—Los animales requieren oxígeno para mantenerse vivos y lo toman del aire por inspiración; la superficie inferior, ó sea el revés de las hojas, lo lanza de este modo, pues ellas proveen el aire del mismo gas que se requiere para uso de los animales.

P.—¿Cómo ha hecho Dios la *vida vegetal* dependiente de la de los animales?

R.—De este modo: las plantas requieren *ácido carbónico*, que es su *principal alimento*; y todos los animales *exhalan* precisamente ese gas de sus pulmones. Así, pues, las plantas suministran á los animales oxígeno, y los animales á las plantas ácido carbónico.

P.—¿Cómo se *calienta* el aire?

R.—Por corrientes, ni más ni menos que como se calienta el agua.

P.—¿Por qué las personas que suben en globos aerostáticos, sienten tanto dolor en los ojos y en los oídos?

R.—Porque el aire de las regiones superiores está *más enrarecido* que el que toca con el suelo; y el aire ó los gases de sus cuerpos, al tratar de ponerse en el mismo estado de enrarecimiento, se escapan al través de sus ojos y de sus oídos, produciéndoles un intenso dolor.

P.—¿Por qué es á menudo penoso y difícil respirar en la cima de las montañas?

R.—Porque la presión del aire en la cima de las montañas no es *nunca tan grande como en la llanura*; y el aire interior de nuestros cuerpos, al tratar de equilibrar su presión con la de aquél, se escapa por nuestros poros produciéndonos un gran dolor.

P.—¿Por qué nos sentimos oprimidos justamente antes de una tormenta?

R.—Porque el aire adquiere un alto grado de enrarecimiento así con el calor como con el vapor que en él se disuelve; y esto hace que

el aire que ocupa el interior de nuestro cuerpo, al tratar de enrarecerse hasta ese mismo punto, nos produzca esa sofocación y opresión.

P.—¿Por qué nos duelen los callos antes de la lluvia?

R.—Porque á consecuencia de la repentina minoración de la densidad del aire, que precede á la lluvia, se nos hinchan los piés; y como los callos duros no tienen la misma elasticidad de la cutis, cuando esta cede, quedan estrechados ú oprimidos y se irritan,  
(Parte de ese dolor se debe también á la electricidad.)

P.—¿Cómo se sabe que la densidad del aire decrece poco antes de una tormenta?

R.—Por el *mercurio* de los barómetros que en ese tiempo *baja* rápidamente.

P.—¿Por qué se sienten calientes los sótanos en invierno?

P.—Porque el aire externo no tiene libre entrada en ellos; y en consecuencia de esto se conservan casi en todos tiempos á una misma *temperatura*, la cual, en tiempo de invierno, es cerca de 10 grados mayor que la del aire exterior.

P.—Y ¿por qué se sienten fríos los sótanos en verano?

R.—Por la misma razón de que el aire externo no penetra en ellos; por lo cual permanecen casi siempre á una misma temperatura, y esa, en tiempo de verano, es poco más ó menos 10 grados más baja que la del aire exterior.

P.—¿Por qué el contacto del aire cubre de orín el hierro?

R.—Porque el *oxígeno del aire* se combina con la superficie del metal y produce *óxido de hierro*; y esto es lo que generalmente se denomina *orín*.

(Los óxidos de hierro, cobre, zinc, manganeso, &c., son todas combinaciones de *oxígeno* con dichos metales.)

P.—¿Por qué se descostra ó pela el hierro cuando se le da con un martillo?

R.—Porque el oxígeno del aire se une muy pronto con la superficie del hierro y con mayor razón si este está caliente, para formar el óxido metálico llamado orín ó *herrumbre*, que es lo que se descascara á los golpes del martillo. No sucede lo mismo si el hierro está frío y el aire que lo rodea es muy seco.

¿Por qué se cubren de herrumbre las parrillas y las estufas de los cuartos desocupados?

R.—Porque en esos cuartos el aire es generalmente húmedo y el aire húmedo tiene notable tendencia á oxidar el hierro y el acero.

P.—¿En qué estaciones del año es más difícil mantener brillantes las parrillas, las estufas y en general todas las cosas de hierro y acero?

R.—En otoño y en invierno, porque la capacidad del aire para contener agua va en *mengua* después del verano en adelante; y en consecuencia de esto, en las dos estaciones siguientes el vapor se deposita sobre todo lo que se encuentre en contacto con el aire.

P.—¿Por qué engrasando el hierro se evita que se oxide?

R.—Porque la grasa se opone á que la humedad del aire se ponga en contacto con la superficie del hierro.

P.—¿Por qué no se cubren tan pronto de herrumbre las estufas como las *tenazas* y los *hurgones*?

R.—Porque las primeras están generalmente cubiertas de *plombagina* ó plomo negro.

(La *plombagina*, propiamente hablando, es una unión ó combinación química de *carbón* y *hierro* en las siguientes proporciones: 91

partes de carbón y 9 de hierro. Pero el *plomo negro* que se vende en el comercio es una mixtura de carbón de leña y limaduras de hierro.

(El barniz más excelente para preservar los metales de la herrumbre se hace mezclando una onza de barniz de aceite grasoso con cinco de espíritu de trementina sumamente rectificado: este barniz se aplica al hierro ó al acero con un pedazo de esponja, y puede servir para las estufas brillantes y hasta para los instrumentos matemáticos, pues en nada perjudica su delicado pulimento.)

P.—¿Si el *aire seco* contiene también oxígeno, por qué no oxida ó cubre de herrumbre el hierro tan pronto como el humedo?

R.—Porque la humedad es siempre necesaria para que éntre en acción la afinidad del oxígeno por el acero del hierro.

P.—¿Los demás metales, fuera del hierro, se combinan también rápidamente con el oxígeno?

P.—Sí; el cobre, el plomo, el mercurio, el zinc y en ciertas ócasiones hasta la misma plata se combinan con él.

P.—¿Por qué se *mancha* el cobre?

R.—La mancha del cobre es causada por su oxidación, esto es, porque el oxígeno del aire se combina con la superficie del cobre, pero en lugar de cubrirlo de herrumbre como al hierro, produce en él manchas negras.

P.—¿Por qué se pone el plomo de un tinte más oscuro expuesto al aire?

R.—Porque el vapor del aire se combina con el plomo y *oxida su superficie*; y el óxido de plomo es de un tinte ó color más oscuro que el metal.

P.—¿Por qué pierde el plomo su brillantez y se mancha, expuesto al aire?

R.—La mancha del plomo es causada por la presencia de un *carbonato* que resulta del óxido. Una vez que se ha formado el óxido, este atrae el *ácido carbónico* del aire, y al combinarse con él produce un *carbonato*, el cual da al plomo el color de plomo viejo.

P.—¿Por qué es difícil mantener brillante la plata?

R.—Porque el vapor del aire oxida su superficie y la *mancha*.

P.—¿Por qué las *fuentes* y las *cucharas* de plata se manchan más á prisa que la plata de las minas ó la plata en barras?

R.—Porque para labrar la plata se la liga con otros metales, con el objeto de hacerla más resistente ó duradera; y estas *ligas* ó *aleaciones* se oxidan más pronto que la plata pura.

P.—Si el *mercurio* se mancha ó ennegrece como el cobre y el plomo, ¿por qué conserva su *brillo* en los *barómetros* y los *termómetros*?

R.—Porque de estos instrumentos se extrac siempre todo el aire y toda la humedad, y por consiguiente nada hay que pueda oxidar ó manchar el mercurio.

P.—El aire atmosférico altera el oro?

R.—No muy pronto; el oro no tiene mucha afinidad con el oxígeno, así es que para que se efectúe la combinación se necesita el auxilio del químico.

P.—¿Cuál de los metales es el único capaz de resistir siempre á la oxidación?

R.—El *platino*; y por eso se hacen de este metal los arcos graduados de los más exactos instrumentos de observación como sextantes, teodolitos, &c.

P.—¿Antes de que se descubriera el platino qué metal era el empleado para los mismos objetos?

R.—El oro.

(El platino es un metal blanco, algo parecido á la plata. Fué introducido en Inglaterra, con procedencia de Sur America, por Mr. Wood. (Año de 1849.)

P.—¿Para cuáles otros usos científicos se emplea el platino?

R.—Para los crisoles que han de contener ácidos; y para las baterías galvánicas.

P.—¿Por qué se emplea el platino para los crisoles que han de contener ácidos?

R.—Porque los ácidos atacan los demás metales y también al vidrio, pero no atacan al platino; así es que hechos de este metal los crisoles no hay riesgo de que se frustren por combinaciones no tenidas en cuenta, los cálculos del experimentador.

P.—De todos los metales ¿cuáles son los que tienen mayor afinidad por el oxígeno?

R.—Los llamados *potasio* y *sodio*. Los nombres de estos dos metales les provinieron de las sales que forman con el oxígeno conocidas primero que ellos, denominadas *potasa* y *soda*, y que no son otra cosa que óxido de *potasio* y óxido de *sodio*.

P.—¿Cómo se manifiesta la grande afinidad del potasio y el sodio por el oxígeno?

R.—Por la descomposición del agua que tiene lugar cuando se les pone en contacto con ella. Por ejemplo, el potasio se prende al momento de lanzarlo al agua, y después arde con una llama muy viva, la cual aumenta con la combustión del hidrógeno que se separa del agua. El sodio no se prende como el potasio, pero sí sufre una oxidación muy rápida.

P.—¿Es también el óxido el sedimento de las calderas ó vasijas en que se calienta el agua?

R.—No; ese es un precipitado de *cal y sal mineral*, que se separa del agua por efecto de la ebullición de esta. La formación de este sedimento es muy peligrosa, especialmente en los hervideros tubulares de las locomotoras.

P.—¿Por qué es este sedimento especialmente perjudicial en las locomotoras?

R.—Porque como él es *mal conductor del calor*, impide que tenga lugar el efecto evaporador del fuego, y no facilita la economía del combustible. Además suele hacer que las calderas se recalienten, y tenga lugar una *explosión* por la repentina producción del vapor llevado á su mayor grado de elasticidad.

P.—¿Por qué no se deben alimentar las calderas de las máquinas de vapor con agua salobre?

R.—Porque el agua salobre deja un sedimento mayor de mineral de sal, que el agua que sólo contiene materias vegetales, y este sedimento forma una costra poco conductora del calor en el interior de las calderas, que causa gran desperdicio de combustible y las sujeta á las explosiones.

## CAPITULO XXI.

### GAS ACIDO CARBONICO.

P.—¿Qué es el gas ácido carbónico?

R.—Un compuesto de carbono y oxígeno: este gas también se ha solito llamar AIRE FIJO. 3 kilogramos de carbón y 8 de oxígeno forman 11 de *gas ácido carbónico*.

P.—¿Qué circunstancias son las que facilitan la rápida unión del carbono y el oxígeno?

R.—1.ª La *elevada temperatura*: así es que si el carbón está encendido hasta el rojo el oxígeno se unirá inmediatamente con él; y  
2.ª La de que el carbón forme parte de la *sangre fluida*.

P.—¿Por qué se unen tan pronto el oxígeno y el carbono en la sangre?

R.—Por qué los átomos de carbón son apenas ligeramente atraídos por las demás materias de la sangre, y así es que, no teniendo que vencer otras atracciones, ellos se pueden unir muy pronto con el oxígeno del aire inspirado.

P.—Es sano el ácido carbónico?

R.—No; antes bien es pernicioso para la vida animal; y siempre que se le inspira, obra como un veneno narcótico, y produce pesadez ó entorpecimiento, el cual termina algunas veces con la muerte.

P.—¿Cómo puede uno saber si un lugar está ó no infectado de gas ácido carbónico?

R.—Como en los pozos ó excavaciones que contienen gas ácido carbónico no arden las velas encendidas, sino antes bien se apagan, inmediatamente, la regla que uno puede seguir es la siguiente: en todo paraje en donde pueda conservarse encendida una vela, puede también conservarse la vida del hombre; donde ella se extinga, imposible será conservar esta.

P.—¿Para qué los mineros meten velas encendidas en los socavones de las minas antes de resolverse á bajar ellos?

R.—Para cerciorarse de si el *socavón* contiene ó no gas ácido carbónico. Si la vela se apaga, de seguro contiene, y deben tratar de destruirlo con cal recién apagada ú otros ingredientes antes de bajar, exponiéndose á perder la vida; si la vela no se apaga, la mina es segura, y los mineros pueden entrar á los socavones sin temor.

P.—¿Por qué la residencia en un cuarto lleno de gente le produce á uno *dolor de cabeza*?

R.—Porque en un cuarto así, el aire está *viciado*, ó lo que es lo mismo, privado de su debida proporción de oxígeno, y cargado de *gas ácido carbónico*.

P.—¿Cómo se efectúa este cambio ó alteración en el aire?

R.—Los elementos del aire inspirado se separan en los pulmones; al llegar á la sangre, el oxígeno se convierte en *gas ácido carbónico*; y después el ácido carbónico, junto con el nitrógeno, son devueltos al aire del cuarto con el aliento.

P.—¿Y es todo el nitrógeno rechazado por los pulmones?

R.—Sí: todo el del aire inspirado es siempre exhalado con el aliento.

(Como ejemplo histórico de las fatales consecuencias de la respiración del gas ácido carbónico, se puede citar el siguiente:

En el reinado de Jorge II, el Bajá ó Príncipe de Bengala marchó repentinamente á Calcuta, con el objeto de arrojar del país á los ingleses; como el ataque fué inesperado, los ingleses se vieron precisados á rendirse, quedando en poder del Bajá 146 prisioneros. Estos fueron encerrados en una pieza de 18 piés en cuadro y de 15 ó 16 piés de altura, que no tenia más que dos pequeñas ventanas con rejas. 123 de los prisioneros murieron en sólo una noche, y de los 23 que les sobrevivieron la mayor parte murió de fiebres pútridas, después de haber recobrado la libertad.

P.—¿Por qué se ahogaron ó se sofocaron tantas personas en tan pocas horas, en ese agujero que les sirvió de prisión?

R.—Porque el oxígeno del aire fué consumido en pocos momentos por tantos pulmones, y después en lugar de oxígeno, no tenían para respirar sino gas ácido carbónico.

P.—¿Por qué están soñolientos los envenenados por el gas ácido carbónico?

R.—1.º Porque la ausencia del oxígeno en el aire que se respira, pronto afecta las funciones vitales, rebaja las energías nerviosas y produce una flojedad ó cansancio que termina con la muerte; y

2.º Porque el ácido carbónico (veneno narcótico) produce pesadez mortal en los que lo aspiran.

P.—¿Por qué son los *pajonales* ó *juncuales* de Java y del Indostán tan fatales para la vida?

R.—Por las vastas cantidades de gas ácido carbónico que lanzan los vegetales en putrefacción que se encuentran en ellos, que el viento no puede disipar, porque á ello se oponen los espesos matorrales que lo circundan.

P.—¿Por qué se siente uno soñoliento en las iglesias cuando hay en ellas demasiada concurrencia?

R.—1.º Porque esa misma concurrencia gasta, inspirándola, una gran cantidad del oxígeno del aire, que es el que solamente puede sostener la acción vital y salútfiera; y

2.º Porque á poco el aire de la iglesia queda perfectamente impregnado de *gas ácido carbónico*, el cual, por ser un fuerte narcótico produce soñolencia en las personas que lo respiran.

P.—¿Por qué las personas que están más tiempo á campo raso son las que gozan generalmente de mejor salud?

R.—Porque el aire que ellas inspiran es siempre más puro.

P.—¿Por qué es más puro el aire del campo que el aire de las ciudades?

R.—1.º Porque en el campo hay menos habitantes ó personas que lo vicien;

2.º Porque en el campo hay más árboles que tiendan á restablecer el equilibrio del aire viciado; y

3.º Porque en el campo tiene mayor ó más libre circulación y la libre circulación sana así al aire como al agua, al paso que el estancamiento ó detención los hace á ambos malsanos.

P.—¿Por qué la escasez de población de una comarca hace el aire más puro?

R.—Porque mientras menos habitantes haya, menos gas ácido carbónico será exhalado; por eso los campesinos inspiran casi puro oxígeno, en lugar de aire impregnado del veneno narcótico denominado gas ácido carbónico.

P.—¿Por qué contribuyen los árboles y las flores á sanear el aire?

R.—1.º Porque los árboles y las flores absorben el ácido carbónico exhalado por los pulmones de los animales, por las sustancias pútridas, y el resultante de la combustión; y

2.º Porque los árboles y las flores devuelven al aire el *oxígeno* gastado por el hombre y los animales.

P.—¿Por qué es el aire de las ciudades menos sano que el aire del campo?

R.—1.º Porque en la ciudad hay más habitantes que lo vicién;

2.º Porque en las ciudades *los albañales, los caños de desagüe, los graneros, las despensas*, y por último los muladares, contribuyen á viciarlo en alto grado;

3.º Porque las calles y las avenidas no bastan á darle libre circulación; y

4.º Finalmente, porque en las ciudades hay pocos árboles que absorban el exceso de *gas ácido carbónico* disuelto en el aire, y le devuelvan el *equilibrio*.

P.—¿Por qué son generalmente enfermizos los que viven en aposentos muy cerrados ó sin ventilación, y en ciudades populosas?

R.—Porque el aire que respiran no es puro, ó en primer lugar, carece de oxígeno, y en segundo se encuentra impregnado de gas ácido carbónico.

P.—¿Y de dónde viene ese ácido carbónico que infecta las ciudades?

R.—De los pulmones de los habitantes, de los albañales, de los caños de desagüe y de los demás lugares semejantes, en los cuales hay sustancias orgánicas en putrefacción ó descomposición.

P.—¿Y qué se hace el ácido carbónico producido por todas esas cosas en las ciudades populosas?

R.—En parte es absorbido por los vegetales; y lo demás es dispersado por el viento y difundido en el volumen total del aire que forma la atmósfera.

P.—¿Y esta difusión constante de ácido carbónico no altera la pureza de todo el aire?

R.—No; porque el viento lo lleva siempre de lugar en lugar y en su tránsito es absorbido por el mundo vegetal.

P.—¿Qué son las *exhalaciones nocivas*?

R.—Acido carbónico depositado ó acumulado en el fondo de los pozos y de los abismos de la tierra, el cual hace sus cercanías á menudo mortíferas.

P.—¿Por qué no es este ácido carbónico levantado por el aire y difundido en el mismo cuerpo, como sucede en las ciudades?

R.—Porque, por ser más pesado que el aire común, no puede levantarse de los pozos y excavaciones; y además, porque el viento no puede llegar hasta él para levantarlo.

P.—Por qué mueren algunas veces las personas que se inclinan sobre los toneles en que se contiene la cerveza?

R.—Porque esos toneles contienen una gran cantidad de gas ácido carbónico, procedente de la fermentación vinosa de aquél líquido; y á lo que alguno se acerca á ellos incautamente, lo respira y queda por el mismo hecho envenenado.

P.—¿Por qué mueren frecuentemente los que se meten en los toneles de cerveza para limpiarlos?

R.—Porque como el ácido carbónico es más pesado que el *aire atmosférico*, á menudo se va al fondo; y si los que en dichos barriles ó

toneles se meten, se agachan mucho, no pueden menos de respirar ese gas pernicioso para la vida, y por lo mismo quedan muertos.

P.—¿Por qué suelen morir las personas que mantienen fuego de carbón de leña en sus alcobas?

R.—Porque el *carbano* del carbón ardiendo se une con el oxígeno del aire, y forma gas ácido carbónico que, como ya se ha dicho, es un veneno narcótico.

P.—Si es cierto que el ácido carbónico se deposita hacia el fondo de las habitaciones ¿cómo puede perjudicarle, al que se halle acostado en una cama, la cual queda á una altura considerable sobre el piso?

R.—Porque todos los gases se difunden unos en otros, á la manera que una gota de tinta echada en un vaso de agua se difunde por todo este líquido. Por tanto, si una persona duerme por el espacio de 6 á 8 horas en un cuarto que contenga ácido carbónico, el gas que se difunde en dicho tiempo por todo el aposento será sin duda suficiente para causarle la muerte.

(Entiéndase que el calor del fuego ayuda á la difusión ó la favorece.)

P.—¿Cuáles son las principales fuentes de gas ácido carbónico?

R.—1.ª La respiración ó el aliento exhalado por los animales.

2.ª La descomposición de las materias animales y vegetales.

3.ª La piedra de cal, la tierra blanca y todas las piedras calcáreas, en todo lo cual existe en la forma sólida.

P.—¿De cuál de todas esas fuentes de ácido carbónico es más fácil que se forme esas especies de lagos venenosos, como el de Java, ó la Gruta del perro en Italia?

R.—De la fuente de la fermentación y putrefacción de las materias animales y vegetales.

P.—¿Cómo puede impedirse esa acumulación de ácido carbónico?

R.—Echando *cal viva* en los lugares en donde dicha fermentación y putrefacción se están verificando.

P.—¿Cómo impide la *cal viva* la acumulación del ácido carbónico?

R.—Absorbiéndoselo, por la mucha afinidad que tiene con él, y produciendo una combinación llamada *carbonato de cal*.

P.—¿No impiden también los grandes aguaceros la acumulación del ácido carbónico, lo mismo que la cal?

R.—Sí; cualquiera grande provisión de agua puede producir el mismo efecto, porque lo disuelve.

(Un brasero con carbones bien encendidos, ó un pedazo de hierro candente, pronto absorberán el ácido carbónico acumulado en un pozo ó en una excavación.)

P.—¿Qué efecto produce el ácido carbónico en el agua en que se disuelve?

R.—La hace ligeramente ácida ó agría al paladar.

P.—¿Puede aumentarse de algún modo la capacidad del agua para disolver el ácido carbónico?

R.—Sí; bajo una presión considerable se puede hacer que el agua disuelva cantidades bastante grandes.

P.—¿A qué usos prácticos se ha aplicado esa propiedad del agua de disolver ácido carbónico?

R.—A las *bebidas efervescentes*, la preparación de las cuales está basada en esa capacidad.

P.—¿Cuál es la causa de la efervescencia de esas bebidas?

R.—El ácido carbónico, que retenido por el corcho ó tapa de la vasija en que está contenida la bebida, no puede menos de entrar en la masa de esta, por efecto de la presión, y ser absorbida por ella; pero cuando se destapa ó se remueve la presión, parte del ácido carbónico se sale en forma de burbujas, y esto es lo que causa su *efervescencia*.

P.—¿A qué se debè la *efervescencia* del *agua de soda*?

R.—También al ácido carbónico. En el agua de soda se encuentra disuelto, por efecto de la presión, un volumen de este gas ocho veces mayor que el de la misma agua, el cual la hace entrar en *efervescencia* tan luego como el corcho es removido.

P.—¿Por qué salta el corcho de una botella de champaña, é inmediatamente después el líquido que en ella está contenido, tan luego como se cortan los alambres ó cuerdas con los cuales se aseguran?

R.—Porque el champaña contiene ácido carbónico. Mientras que el corcho permanece fuertemente atado al cuello de la botella, este gas se halla contenido ó disuelto en el líquido; pero si se remueve la presión, necesariamente se producirá la *efervescencia*.

P.—¿Por qué es mayor la *efervescencia* de la cerveza embotellada que la de la denominada de barril?

R.—Porque la presión á que está sometida la cerveza en botellas es mayor que aquella á que está sometida la de barril; pues la *efervescencia* de un líquido aumenta en razón directa de la presión á que se le somete.

P.—¿Qué es lo que le da el *gusto ácido* agradable al agua de soda, á la cerveza de jengibre, á la champaña, á la cerveza de cebada, &c?

R.—La presencia del ácido carbónico, resultante de la fermentación, y que queda libre por la *efervescencia* cuando ha desaparecido la presión del corcho.

P.—¿Por qué *chispea* ó hace burbujas el agua fresca de la fuente cuando se vierte de un vaso á otro?

R.—Porque así el agua fresca de las fuentes, como la de los aljibes, contiene ácido carbónico; la presencia de este gas es, pues, lo que la hace *chispear*.

P.—¿Qué es la fermentación de la *cerveza* y del *vino*?

R.—El desprendimiento del ácido carbónico producido por el cambio del *azúcar* en alcohol.

P.—¿Qué cosa es el *alcohol*?

R.—El *espíritu* de la *cerveza* y el *vino* obtenido por fermentación.

P.—De qué *elementos* está compuesto el *alcohol*?

R.—De carbono, oxígeno é hidrógeno, en esta forma: 4 partes de carbono, 2 de oxígeno y 6 de hidrógeno.

P.—¿Cuáles son los *elementos* del *azúcar* de la *uva*?

R.—Los mismos: carbono, oxígeno é hidrógeno, pero todos en iguales proporciones.

P.—¿Qué cambios *sufre* el *azúcar* por la fermentación?

R.—Primero se descompone y luego sus *elementos* se reúnen en diferentes proporciones, para producir *alcohol*, *ácido carbónico* y *agua*.

(Del *azúcar* común puro, una porción es alcohol, y otra *ácido carbónico*; su composición es la que se expresa en la siguiente tabla:

	Carb.	Oxig.	Hidróg.
Cada átomo de azúcar anhidro contiene...	12	12	12
Dos átomos de alcohol contienen.....	8	4	12
Cuatro átomos de ácido carbónico contienen	4	8	0
	12	12	12

(Se denomina azúcar anhidro el azúcar seco á 140 grados.)

P.—¿Cómo forma *alcohol* el *azúcar* por fermentación?

R.—Así: dos terceras partes de su carbono y una tercera parte de su oxígeno se reúnen con el hidrógeno, con lo cual queda formado.

P.—¿Cómo forma el azúcar ácido carbónico por fermentación?

R.—De este modo: la tercera parte de carbono y las dos terceras partes de oxígeno que quedan sobrantes en la formación del alcohol, se reúnen y lo generan.

P.—¿Qué se hace el alcohol generado por la fermentación?

R.—Se mezcla con el agua y forma la parte embriagadora de la cerveza y del vino.

P.—¿Y qué se hace el ácido carbónico?

R.—Se escapa al aire en forma de burbujas.

P.—¿Por qué se echa á nacer la cebada para prepararla para hacer la cerveza?

R.—Porque por efecto de la germinación, el *almidón* del *grano* se convierte en azúcar.

P.—Y cómo se echa á nacer?

R.—*Humedeciéndola* con *agua* y *amontonándola*; porque con esto se produce una gran cantidad de calor y se la hace reventar.

P.—¿Por qué no se le deja que crezca mucho el tallo?

R.—Porque las plantas en germen contienen más azúcar que en ningún otro estado: tan luego como la semilla brota, lo que ya puede llamarse tallo, eso consume todo el azúcar de la planta.

P.—¿Cómo se impide en la preparación de la cebada que ella eche tallos después de que ha germinado?

R.—Metiéndola en un horno caliente; pues entonces el calor del horno contiene los brotones ó los destruye.

P.—¿Qué cosa es el *giste* ó fermento?

R.—La espuma de la cerveza, ó de cualquier otro líquido semejante, producida por la *fermentación*.

P.—¿Por qué se emplea el *giste* ó fermento en la fabricación de la cerveza?

R.—Porque él consiste en una sustancia llamada *gluten* que está experimentando una especie de putrefacción; y en este estado posee la propiedad peculiar de excitar la fermentación de la sustancia á la cual se le agrega. Si el *gluten* no está en el estado de putrefacción no producirá este efecto.

P.—¿Qué es el *gluten*?

R.—Una sustancia correosa y elástica, compuesta de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno.

P.—¿La cebada preparada para la cerveza contiene *gluten*?

R.—Sí: la infusión de cebada preparada, llamada *guarapo*, contiene *gluten* en abundancia; y el fermento ó *levadura*, que convierte su azúcar en *alcohol*, convierte también su *gluten* en fermento.

P.—¿Por qué es el fermento necesario para convertir en cerveza la cebada preparada?

R.—Porque la presencia de un cuerpo en putrefacción que contenga nitrógeno es esencial para que pueda convertirse el azúcar en alcohol.

P.—¿Qué efecto produce la *levadura ó fermento* sobre el *guarapo*?

R.—Hace que el azúcar se convierta en alcohol y ácido carbónico, y que el gluten se convierta en fermento.

P.—¿Qué cambio es producido en el gluten por la putrefacción?

R.—Sus elementos quedan libres ó se separan de sus anteriores *condiciones de combinación*, y se recombinan, con la adición del oxígeno del aire, en otras nuevas.

P.—¿Qué diferencia existe entre la fermentación y la putrefacción?

R.—La fermentación es un cambio efectuado en los elementos de un cuerpo compuesto de carbón, oxígeno é hidrógeno, sin *nitrógeno*: La putrefacción es el cambio efectuado en los elementos de un cuerpo compuesto de carbón, oxígeno, hidrógeno y también nitrógeno.

P.—¿Qué nuevos compuestos son producidos por el cambio llamado *fermentación*?

R.—*Alcohol y ácido carbónico*. El alcohol puede sufrir todavía una nueva transformación en *ácido acético* ó vinagre, á menos que sea contenida.

P.—¿Qué nuevos compuestos produce el cambio llamado *putrefacción*?

R.—El carbono, el oxígeno, el hidrógeno y el nitrógeno de la sustancia primitiva, separados unos de otros por la descomposición, se reúnen de las siguientes maneras. 1.º El carbono y el oxígeno se unen para formar *ácido carbónico*; 2.º El oxígeno y el hidrógeno se unen para formar agua. 3.º El hidrógeno y el nitrógeno se unen para formar *amoníaco*.

(El *espíritu de cuerno de ciervo* es una solución de amoníaco en agua.)

(Cuando los cuerpos que contienen azufre y fósforo entran en putrefacción, el azufre y el fósforo se unen con el hidrógeno, y forman los gases denominados *hidrógeno sulfurado, hidrógeno fosforado*.)

P.—¿Qué se hacen estos varios productos de la putrefacción?

R.—Todos ellos son cuerpos elásticos y se *escapan en el aire*.

(El agua es elástica y gaseosa cuando se encuentra en la forma de vapor.)

P.—¿Cuál es la causa del *olor desagradable* que lanzan las sustancias en putrefacción?

R.—El vuelo ó la evaporación del amoníaco ó del *hidrógeno sulfurado*, ó fosforado, todo lo cual tiene un olor picante y desagradable.

P.—¿Por qué descoloran los huevos cocidos las cucharas de plata?

R.—Porque ellos contienen una pequeña porción de azufre que unido con la plata, con la cual tiene grande afinidad, produce la mancha.

(El huevo, tanto la *clara* como la *yema*, contienen azufre, aunque la última en mayor abundancia.)

P.—¿Qué causa el olor altamente desagradable de los huevos podridos al cocerlos?

R.—El hidrógeno del huevo, que al combinarse con el azufre y el fósforo, forma *hidrógeno sulfurado y fosforado*, gases que tienen ambos olor muy desagradable.

(Si consideramos un huevo compuesto de 100 partes, de ellas 55 son carbono, 16 nitrógeno, 7 hidrógeno, y las 22 restantes oxígeno, fósforo y azufre.)

P.—¿Por qué no es necesario añadir *levadura* ó *fermento* al jugo de la uva para facilitar la fermentación?

R.—Porque el jugo de la uva contiene una cantidad suficiente de sustancia nitrogenada, semejante al fermento que la produce.

(Nitrogenada quiere decir que contiene nitrógeno.)

P.—Por qué no fermentan las uvas mientras se conservan en la planta que las produce?

R.—Porque mientras las uvas se conservan en la vid, el agua del jugo puede evaporarse, como en efecto se evapora al través del pellejo, lo cual les permite que se arruguen y sequen antes de llegar á perfecto estado de madurez; y la fermentación no tiene nunca lugar cuando el azúcar está disuelta en corta cantidad de agua.

P.—¿Qué cosa es la espuma de los licores fermentados?

R.—Sustancias glutinosas en putrefacción, de naturaleza semejante á la levadura ó fermento, que se levantan á la superficie de los líquidos en virtud de su levedad.

P.—¿Por qué baja tanto el contenido de una botella de cerveza si esta se deja mucho tiempo destapada?

R.—Por el mucho ácido carbónico que en esta situación se escapa de ella; y por esa misma razón es que se agria.

P.—¿Por qué se le acaba la espuma á la cerveza cuando se le quita la clavija de la espita al tonel en que se contiene?

P.—Porque entonces el ácido carbónico se escapa libremente por esa espita al aire exterior.

P.—¿Por qué no sale fácilmente de un tonel la cerveza, ó cualquier otro líquido que en él esté contenido, si no se le retira la clavija de la espita?

R.—Porque la presión del aire exterior ejercida por el tubo ó boca de derrame, hacia arriba, rechaza el licor, cualquiera que sea, por no ser esta contrabalanceada por ninguna otra presión de aire ejercida por el interior sobre la superficie del líquido.

La presión del aire *hacia arriba* se ilustra muy bien con el siguiente sencillo experimento. Llénese un vaso de agua perfectamente de dicho líquido; tápesele en seguida con un pedazo de papel, y poniéndole antes la mano por encima para apretarlo contra los bordes, inviértase; el agua no se derramará. Es de advertir que en esta experiencia el papel no sirve más que para presentar al aire un medio suficientemente denso sobre el cual pueda ejercer su presión.

P.—¿Por qué corre la cerveza libremente en el momento mismo en que se deja libre la espita del tonel?

R.—Porque entonces el aire se precipita inmediatamente por ella á ocupar la parte superior del tonel para contrabalancear la presión del aire hecha en la boca de derrame del mismo; en consecuencia de lo cual el líquido se escapa en virtud de su propio peso.

P.—¿Por qué aparecen los *líquidos morosos* para salir de las botellas en que están contenidos, cuando estas se ponen perfectamente boca abajo?

R.—Porque la presión del aire del exterior hacia el interior de las botellas, ejercida en la boca de esta, impide á los líquidos el que corran libremente.

P.—¿Por qué es que la efervescencia de la soda, de la cerveza de jengibre y del vino de champaña pasan tan pronto?

R.—Porque el *ácido carbónico* producido por la efervescencia, se escapa al aire muy rápidamente.

P.—¿Por qué es tan tranquila é insípida el agua hervida?

R.—Porque por la ebullición ha perdido todo su *ácido carbónico*, el cual ha pasado al aire.

P.—¿Por qué es que con el fermento ó levadura se hace espumoso el pan?

R.—Porque él produce una especie de fermentación en el almidón y gluten de la harina, lo mismo que la produce en la cebada que se prepara para cerveza.

P.—¿Cómo hace la *fermentación* crecer la masa?

R.—Mientras que ella dura, hay una ebullición de *ácido carbónico*; pero la textura viscosa ó pegajosa de la masa no permite que se escape, y el resultado es que en toda ella, y principalmente hacia la superficie, él forma vejiguitas.

P.—¿Y por qué para facilitar el fermento se coloca la masa del pan cerca del fuego?

R.—1.º Porque el calor del fuego aumenta la *fermentación*; y

2.º Porque el calor también *dilata el gas* confinado en las vejiguillas que de él se forman, y en consecuencia las *ensancha*, todo lo cual hace la masa más crecida y más porosa.

P.—¿Por qué se aprieta el pan si se retira la masa del fuego?

R.—Porque al retirarla se *enfria*, y por lo mismo se *condensa*, el aire contenido en las vejiguillas, y estas desaparecen.

P.—¿Qué causa el calor del fuego?

R.—La *combinación* del carbono del combustible con el oxígeno del aire, para formar *gas ácido carbónico*; y también la combinación del *hidrógeno* del combustible con otras porciones de oxígeno, las cuales se condensan en agua; y estas acciones químicas son las que desarrollan el calor.

P.—¿Qué causa el calor de nuestro propio cuerpo?

R.—La combinación del *carbono* de nuestra sangre con el *oxígeno* del aire que *inspiramos*, la cual produce *gas ácido carbónico*; lo cual desarrolla un calor semejante al que deja libre el combustible que se consume por el fuego.

P.—¿De qué proviene el calor de un *estercolero*?

R.—De que la *paja, basura, &c.*, del *estercolero* se pudren, es decir, experimentan una especie de *fermentación*, que también produce *gas ácido carbónico*, y desarrolla calor por combustión como en los casos anteriores, con sólo la diferencia de que quizás esta es más densa.

P.—¿Cómo produce calor en todos casos la formación de *ácido carbónico*?

R.—El *ácido carbónico* tiene menos poder para contener el *calor* que el *carbón* y el *oxígeno*: por lo tanto, cuando estos dos elementos se convierten en *ácido carbónico*, dejan escapar su calor latente, el cual se hace sensible.

P.—¿Por qué es que algunas personas acostumbran echar *cal* en las *bodegas* y *albañales* para impedir su mal olor, en tiempo de verano?

R.—Porque en esos parajes existen grandes cantidades de *gas ácido carbónico* el cual se *combina* prontamente con la *cal*; y al producirse con esa combinación *carbonato* de cal, se neutralizan también los gases repugnantes.

P.—¿Por qué se debiera dejar expuesta al aire el agua destinada al lavado ó blanqueo de la ropa?

R.—Porque exponiéndola al aire se hace más *suave*.

(La mayor parte de las aguas de fuente contienen cal en disolución en la forma de *bicarbonato*, por motivo de la abundante cantidad de ácido carbónico que se encuentra en el aire, y consiguientemente la cal se deposita bajo la forma de *carbonato*.)

P.—¿Por qué se hace más *suave* el agua *dura* exponiéndola al aire?

R.—1.º Porque las sales minerales que causan su dureza se van al fondo ó se sientan; y

2.º Porque el ácido carbónico del agua se escapa al aire.

P.—¿Cómo se produce el ácido carbónico del agua?

R.—Con la presencia de la cal, que el agua que se denomina generalmente *dura*, mantiene en solución, cuando, por haberla expuesto al aire, se le escapa el ácido carbónico, la cal se deposita en la forma de *carbonato*.

P.—¿Por qué es el agua *dura* más agradable al paladar que el agua *suave* ó *blanda*?

R.—Principalmente porque contiene ácido carbónico.

P.—¿Por qué se forma la *cal viva* de la greda, tierra blanca y marga, quemadas en un horno?

R.—Porque estas cosas son cal, pero cal suave, á consecuencia del ácido carbónico que contienen: con el calor del horno el ácido carbónico se desprende de ellas y vienen por consiguiente á convertirse en *cal viva* ó *cáustica*.

P.—¿Qué es lo que se llama *mortero*?

R.—La cal viva mezclada con arena de peña y agua.

P.—¿En qué difieren aparentemente la *pedra de cal* y la *cal viva* ó *cáustica*?

R.—En que lo que se llama *pedra de cal* es una sustancia dura rocosa; mientras que la *cal viva* es un polvo suelto.

P.—¿Por qué el *mortero* se vuelve duro después de unos pocos días?

R.—Porque la cal vuelve á absorber ó á tomar del aire el ácido carbónico que había *perdido por el fuego*; por lo cual el polvo suelto que resulta de la calcinación de la *pedra de cal* ó *marga*, se mezcla con arena y agua y se coloca entre las piedras ó ladrillos, y vuelve á *absorber* el ácido carbónico que había perdido y á convertirse en *pedra*.

## CAPITULO XXII.

### PROTOCARBURO DE HIDROGENO.

P.—¿Qué es lo que se llama HUMEDAD AHOGADORA?

R.—El gas ácido carbónico que se acumula en el fondo de los pantanos y pozos. Y se llama así porque *ahoga* ó *sofoca* á los animales que intentan *respirarlo*.

(Este gas sofoca sin llegar á los *pulmones*, produciendo un espasmo en el orificio respiratorio.)

P.—¿Qué es lo que se llama *gas de los pantanos* ó *humedad ignea*?

R.—El hidrógeno protocarbonado ó el protocarburo de hidrógeno que se acumula en los pantanos, en las aguas estancadas ó en las excavaciones de donde se saca el carbón: frecuentemente se le llama "aire inflamable."

P.—¿Qué cosa es el *hidrógeno protocarbonado*?

R.—*Carbón combinado con hidrógeno.*

P.—¿Cómo puede uno procurarse en los pantanos el hidrógeno protocarbonado?

R.—*Removiendo con algo el lodo del asiento ó fondo de cualquier pozo de agua estancada, y recogiendo en una vasija de vidrio invertida las burbujas, al parecer de aire, que del fondo se elevan á la superficie.*

P.—¿Qué es el gas de carbón?

R.—*Hidrógeno protocarbonado, extraído del carbón por el calor del fuego.*

P.—¿Por qué se llama el *hidrógeno protocarbonado* ó el protocarburo de hidrógeno *gas de los pantanos ó aire inflamable*?

R.—Porque cuando se le acerca una luz coge fuego y estalla inmediatamente, siempre que también esté en presencia del aire atmosférico.

P.—¿Por qué se llama frecuentemente el hidrógeno protocarbonado, gas de los pantanos?

R.—Porque á menudo resulta de la putrefacción de las sustancias vegetales amontonadas en ellos.

P.—¿Qué gas es el que se desprende de la pavesa de las velas encendidas?

R.—*Hidrógeno protocarbonado*: el hidrógeno y el carbono del sebo, por consecuencia del calor de la llama se *combinan* formando un gas; y este gas es el que se denomina *hidrógeno protocarbonado*, ó *aire inflamable*.

P.—¿Por qué hay tan á menudo explosiones en las minas de carbón?

R.—Porque el hidrógeno protocarbonado que en ellas se forma, estalla cuando incautamente se le acerca una luz.

P.—¿Y cómo pueden ver los mineros en las excavaciones de las minas, si en ellas nunca pueden introducir la luz?

R.—Humphrey Davy inventó una linterna para el uso de los mineros, llamada "lámpara de seguridad" que puede usarse dentro de las minas sin peligro.

(Humphrey Davy fué un químico muy inteligente que nació en Cornwall en el año 1718 y murió en el de 1829.)

P.—¿Qué especie de cosa es la lámpara de seguridad?

R.—Una linterna cuya luz, en lugar de estar cubierta por vidrios planos ó por delgadas láminas de cuerno, lo está por una tela ó tejido fino de alambre.

P.—¿Cómo puede esta delgada tela de alambre impedir las explosiones en las minas de carbón?

R.—Impidiendo que la llama de la lámpara se comunique con el gas inflamable de la mina.

(Los intersticios de este tejido de alambre no deben tener más de un séptimo de pulgada de diámetro)

P.—¿Por qué no pasa la llama al través de un estorbo tan insignificante?

R.—Porque el alambre de metal es un *excelente conductor del calor*; por esto, cuando la llama, producida por el gas ó sustancia combustible que arde en la lámpara, toca con este tejido, el alambre de que está compuesto le roba tanto calor que casi inmediatamente la extingue.

P.—¿Llega algunas veces el gas de la excavacion á penetrar al través del alambre, dentro de la *linterna*?

R.—Sí; y el gas inflamable llega hasta arder dentro de la *lámpara*. Cuando esto acontece el *minero* se halla en peligro y debe retirarse.

P.—¿Por qué está en peligro el minero si ese gas llega á arder dentro de la *lámpara* de seguridad?

R.—Porque el calor del gas inflamado pronto destruirá el *tejido de alambre*; y entonces la llama, al quedar libre, pondrá fuego á la mina.

## CAPITULO XXIII.

### HIDROGENO FOSFORADO O FOSFURO DE HIDROGENO.

P.—¿De qué provienen los efluvios desagradables de los *cementerios*?

R.—Del gas llamado hidrógeno fosforado; el cual no es otra cosa que fósforo combinado con gas hidrógeno.

P.—¿Qué es fósforo?

R.—Una sustancia de color de ámbar pálido y que en apariencia se asemeja al *lacre*. La palabra fósforo se deriva de dos palabras griegas que significan *producir* ó *llevar luz*.

P.—¿Cómo se obtiene el fósforo?

R.—Calentando huesos hasta el rojo blanco; por este medio se consumen las materias animales y el carbón, y esto deja de residuo una sustancia llamada *fosfato de cal*.

P.—¿Qué cosa es el fosfato de cal?

R.—Fósforo en combinación con oxígeno y cal; cuando se agrega á esta combinación *ácido sulfúrico* y se calienta la mezcla, la cal es atraída por el ácido, y queda el fósforo puro.

(Si se le agrega á esto un poco de carbón pulverizado, puede entonces procurarse uno el fósforo por destilación.)

P.—¿De qué se hace la parte de los fósforos ó cerillas que es más susceptible de entrar en ignición?

R.—De fósforo: como 250 libras se emplean anualmente en Londres solamente para las manufacturas de cerillas ó fósforos.

P.—¿Por qué hiede tanto un cuerpo muerto en putrefacción?

R.—Porque de las sustancias animales en putrefacción siempre se levanta *hidrógeno fosforado*.

(El amoníaco ó hidrógeno sulfurado que siempre se originan en estos cuerpos, también contribuyen á aumentar estos desagradables efluvios.)

P.—¿Cuál es la causa de los fuegos fatuos?

R.—Esta apariencia luminosa, frecuente en los sembraderos, en los terrenos cenagosos, y en los pantanos ó lagunas, proviene del gas que exhalan las sustancias animales ó vegetales en putrefacción; y especialmente el pescado corrompido.

P.—¿Qué gases provienen ó resultan de la putrefacción de esas sustancias?

R.—De las sustancias animales en putrefacción resulta hidrógeno fosforado; y de las materias vegetales corrompidas hidrógeno proto-carbonado.

P.—¿Cómo entran en ignición los fuegos fatuos en los pantanos ó tremedales y sembraderos?

R.—El *hidrógeno fosforado* impuro se inflama espontáneamente, siempre que se mezcle con aire ó con *gas oxígeno* puro.

P.—El hidrógeno fosforado puro no arde espontáneamente; ¿la ignición espontánea de este gas se debe á la presencia de una pequeña cantidad de vapor de un líquido excesivamente volátil compuesto de fósforo y de hidrógeno, el cual se produce á veces con el mismo gas?

R.—Si el fósforo se hierve con leche ó con cal y se introduce por debajo de un poco de agua el pico de la retorta en que se verifica esta operación, se levantarán sucesivamente algunas burbujitas de hidrógeno fosforado al través del agua, las cuales se *inflamarán* al llegar á la superficie.

P.—¿Por qué huyen de nosotros los *fuegos fatuos* cuando nos dirigimos á ellos ó les salimos al encuentro?

R.—Porque al dirigirnos á ellos producimos una corriente de aire que siempre nos precede y que se los lleva en su curso. Si amedrentados los huimos nos perseguirán impelidos ó atraídos hacia nosotros por la corriente de aire que se precipita á colmar el vacío que dejamos atrás, al arrastrar con el aire que tenemos por delante.

P.—Fuera de estas luces ¿no hay otras que crucen el aire?

R.—Sí; algunas veces pasan por los prados ó campos enjambres de insectos luminosos, los cuales tienen la apariencia de fuegos fatuos.

(Quizás todos los *cuentos* de espantos que merecen algún crédito, han provenido del gas inflamable de los cementerios, que se fija alrededor de las tumbas, y al cual el miedo ha añadido sus propias creaciones.)

## CAPITULO XXIV.

### EL VIENTO.

P.—Qué es el viento?

R.—El viento no es otra cosa que aire en movimiento.

P.—¿Qué es lo que mueve el aire hasta el punto de producir viento?

R.—Las causas principales del movimiento del aire son las *variaciones* de calor y de frío, producidas por la sucesión del día y de la noche, y la de las *cuatro estaciones*.

P.—¿Qué efecto produce el calor sobre el aire?

R.—El calor enrarece el aire y lo hace dilatarse ú ocupar mayor espacio.

P.—¿Cómo se sabe que el calor hace al aire ocupar mayor espacio?

R.—Del modo siguiente: si se toma una vejiga llena hasta la mitad de aire y después de atarle bien el cuello se pone al fuego, el calor de este dilatará el aire, y el aire dilatado llenará la vejiga.

P.—¿Qué efecto produce en el aire el enrarecimiento?

R.—El enrarecimiento hace al aire más ligero, y siendo más ligero se eleva en la atmósfera, aun cuando tenga que atravesar capas más frías, como se levanta á la superficie del agua de una vasija un *corcho* que se haya llevado hasta su fondo.

P.—¿Cómo se prueba que asciende el aire enrarecido?

R.—Eso se prueba perfectamente con las mongolfieras ó globos de papel que se hacen volar prendiendo la esponja empapada en *espíritu de trementina* de la canastilla.

P.—¿Y qué efecto produce el frío en el aire?

R.—Lo *condensa* ó reduce á menor espacio; en consecuencia de la cual se hace más pesado y se acerca á la superficie del suelo, ó baja.

P.—¿Cómo se puede probar que el frío condensa el aire?

R.—Dejando enfriar la vejiga llena de aire hasta la mitad, poco más ó menos, que se acercó al fuego para probar su dilatación. Luego que esta se halla fría, se verá que se ha cerrado, arrugado ó sumido otra vez, á causa de que el aire se ha condensado ó reducido á su volumen primitivo.

P.—¿Cómo se sabe que el aire condensado baja?

R.—Porque los globos ó mongolfieras de que ya hemos hablado, que se llenan de aire caliente para que suban, se dirigen hacia la tierra, tan luego como el *espíritu de trementina* de la esponja ó el algodón se ha consumido, y en virtud de esto el aire del globo se ha enfriado otra vez.

P.—¿El aire se calienta con el sol lo mismo que la tierra?

R.—No; el aire se calienta poco á los *rayos del sol*; porque, como el agua, es muy mal conductor del calor.

P.—¿Y el aire de las habitaciones está también en continuo movimiento como el exterior?

R.—Sí; sea cual fuere la habitación que ocupemos, siempre hay en ella por lo menos dos corrientes: una de aire caliente que corre del interior hacia el exterior, y otra de aire frío en sentido contrario, ó del exterior al interior.

P.—¿Cómo puede cerciorarse uno de la existencia de estas dos corrientes en todo cuarto habitado?

R.—Poniendo una vela encendida cerca de la hendidura que queda entre la puerta y su marco por la parte superior, pues entonces se observa que la llama se dobla ó inclina hacia el exterior; si se coloca luego hacia la hendidura que queda entre la misma puerta y el quicio por la parte de abajo, la llama se doblará ó inclinará para el interior.

P.—¿Por qué se dobla la llama de la vela hacia el exterior si se halla cerca de la hendidura ó grieta de la parte superior?

R.—Porque al calentarse el aire del cuarto no puede menos de dilatarse y ascender, y con esta parte de él tiene necesariamente que buscarse salida, la cual encuentra en aquella grieta, en donde al salir forma corriente y dobla la llama.

P.—¿Y por qué si la vela se coloca hacia la parte de abajo la llama se dobla hacia el interior?

R.—Porque al dilatarse el aire del cuarto por el calor, al ascender y al salirse por la rendija superior de la puerta, deja un vacío parcial hacia el piso ó hacia la parte de abajo, que el aire exterior colma al instante determinando la segunda corriente que dobla la llama para adentro.

P.—¿De qué resulta el movimiento del aire que llamamos viento?

R.—Resulta de que el calor del sol calienta la tierra, y de que la tierra caliente en seguida la masa de aire que sobre ella, en la parte calentada, descansa; porque el aire calentado se dilata y sube y el vacío parcial que deja es inmediatamente ocupado por el aire que descansa en la otra parte de la tierra no caliente. De esto se deduce que la fuerza del viento tiene que ser siempre inversamente proporcional, por decirlo así, al grado de vacío que produzcan sobre una porción determinada de la tierra los rayos del sol que esta reciba.

P.—¿La rotación de la tierra sobre su eje influye de alguna manera en el viento ó movimiento del aire?

R.—Indudablemente que sí. En primer lugar, el aire, delgado y esencialmente movable, se queda un tanto atrás en el movimiento de

la tierra sobre su eje, ó lo que es lo mismo, no la sigue exactamente en su revolución, lo cual parece determinar en él una corriente en sentido opuesto; y

En segundo, á lo que la tierra revuelve sobre su eje van quedando diferentes porciones de su superficie bajo la influencia de los rayos verticales del sol, y los rayos verticales de este astro son los que producen mayor suma de calor.

(Se dice que los rayos del sol son *verticales*, en un lugar, cuando caen directamente sobre ese lugar.

Para ilustrar esto uno supone que el méridiano de cobre de un globo representa los rayos verticales del sol; si se le hace girar, diferentes partes de él pasan por debajo del arco de cobre, en constante sucesión.)

P.—¿Por qué es *mediodía* para el lugar sobre el cual se encuentra vertical el sol?

R.—Porque cuando él llega á esa posición ha hecho precisamente la mitad de su curso, ó ha recorrido la mitad del camino que media entre su nacimiento y su ocaso.

P.—¿Cómo es que la rotación de la tierra influye en el movimiento del aire?

R.—Si nos suponemos que el meridiano de cobre representa el sol vertical, veremos que toda la columna de aire que queda debajo de él, es calentada por los rayos de sol de mediodía; la parte que el sol abandona tendrá que enfriarse necesariamente cada vez más, al paso que las nuevas que va ocupando, se calientan más á cada momento.

P.—¿Entonces hay aire de tres temperaturas diferentes, cerca de este punto?

R.—Precisamente: el aire que queda sobre el lugar por donde acaba de pasar el sol meridiano va menguando en calor; el que se encuentra sobre el lugar que tiene el sol vertical, se encuentra á una temperatura muy elevada; y el que queda sobre el lugar que ha de ocupar dentro de poco, va aumentando en razón de la menor inclinación de los rayos que vienen á parar sobre él.

P.—¿Cómo es que esta variedad de calor en el aire produce viento?

R.—El aire trata siempre de mantenerse en *equilibrio*; por eso el aire frío se precipita á llenar el vacío hecho por la corriente ascendente de aire más cálido.

P.—¿Por qué, pues, no sopla siempre el viento en una misma vía, ó lo que es lo mismo, siguiendo el curso del sol?

R.—Porque la dirección del viento está sometida también á las perpetuas interrupciones ocasionadas por las *montañas*, los *collados*, los *valles*, los *desiertos*, los mares, &c., &c.

P.—¿De qué manera pueden las montañas y los collados ó colinas alterar el curso del viento?

R.—Supongamos que un viento que sopla en una dirección cualquiera; en la del *norte*, por ejemplo, encuentra con una montaña; supuesto que no puede atravesarla de una á otra parte tiene, necesariamente ó que devolverse por el mismo camino que traía, ó que tomar un sesgo, ni más ni menos que como lo hace una pelota cuando es lanzada contra una *pared*.

P.—¿Pueden influir de algún otro modo las montañas en la dirección del viento?

R.—Sí; muchas veces el viento en su curso encuentra montañas cubiertas de nieve; y entonces el frío de ellas condensa ese viento ó

cambia su temperatura; y cambiando su temperatura es muy posible que cambie también su dirección.

P.—¿Cómo puede influir el océano en la dirección del viento?

R.—Cuando parte del océano queda expuesta á los rayos verticales del sol, como el agua no se calienta tanto como la tierra, en la misma situación, la dirección general del viento es del océano hacia la tierra.

P.—¿Y por qué no se calienta tanto el agua del océano, expuesta á los rayos verticales del sol, como la superficie de la tierra?

R.—1.º Porque la evaporación del océano es mayor que la de la tierra.

2.º Porque el constante movimiento del agua impide el aumento de temperatura de su superficie.

3.º Porque los rayos del sol se quiebran al tocar con la superficie del agua; en consecuencia de lo cual dicha superficie viene á ser poco sensible á sus efectos

P.—¿Por qué impide la evaporación del mar que su superficie se caliente con los rayos verticales del sol?

R.—Porque el calor del sol es absorbido en la generación del vapor y con este pasa al aire, en lugar de quedarse en el agua.

P.—¿Por qué impide el movimiento del agua que su superficie se caliente con los rayos verticales del sol?

R.—Porque á medida que cada porción de agua se calienta, corre á su lugar es ocupado por otra fría; y repartiéndose mucho de esta suerte el calor, el agua de la superficie no puede calentarse nunca mucho más de lo que se calienta la que queda debajo.

P.—¿Tienen las nubes también alguna influencia en el viento?

R.—Sí; como las nubes que pasan sirven de biombo á los rayos que van directamente del sol á la tierra, disminuyen también el enrarecimiento del aire; y esta es otra de las causas de que no sean uniformes ni la fuerza ni la dirección del viento.

P.—¿Y soplaría uniformemente el viento de este á oeste, si se eliminaran las causas de variación mencionadas?

R.—Sin duda alguna. Si toda la tierra estuviese cubierta de agua, los vientos seguirían siempre el curso del sol, ó soplarían siempre en una misma dirección; y en prueba de ello, en las partes del globo que presentan una gran superficie de agua, como en los océanos Atlántico y Pacífico, los vientos corren siempre muy regularmente.

P.—¿Cómo se llaman esos vientos del Atlántico y el Pacífico?

R.—Generales; y son muy convenientes para los comerciantes que tienen que cruzar el océano, por lo mismo que corren siempre en una misma dirección.

P.—¿Y cuál es la dirección en que soplan estos vientos?

R.—En el hemisferio del Norte, en la dirección nordeste; en el hemisferio del Sur, en la del sudeste.

P.—¿Por qué no soplan exactamente del *norte* y del *sur*?

R.—Porque las corrientes de aire que corren ó soplan de los polos al Ecuador, les dan una dirección ligeramente *oriental*. Este efecto es en parte debido á la rotación de la tierra sobre su eje.

P.—¿Y cuál es la causa de las corrientes de aire que se dirigen de los polos hacia el ecuador?

R.—El ascenso constante del aire en las regiones ecuatoriales, debido al enrarecimiento que produce el calor; ahora bien, á medida que

el aire ecuatorial asciende, el aire frío del norte y del sur soplan hacia el ecuador para restablecer el equilibrio. Estas corrientes se llaman inferiores.

P.—Entonces debe haber otras *superiores*?

R.—Sí; estas son las de aire enrarecido que van del ecuador hacia los polos; allí son condensadas y vuelven en seguida de los polos hacia el ecuador en corrientes *inferiores*.

P.—Las corrientes inferiores, ó de los polos hacia el ecuador, tienen siempre tendencia hacia el oriente; ¿por qué es eso?

R.— Toda la atmósfera revuelve ó gira con la tierra; pero cuando una corriente de aire de los polos se dirige hacia el ecuador, llega á una parte de la superficie de la tierra que tiene más velocidad que dicha corriente; en consecuencia de esto se queda *atrás*, y así produce el efecto de una corriente en dirección opuesta. Esto es en un todo parecido á lo que le sucede á una persona que va en un carruaje; los vallados, árboles, casas &c.<sup>ca</sup> que se hallan á lo largo de los caminos, se ven correr en dirección opuesta.

(Como la circunferencia de la tierra en el ecuador es mucho mayor que la circunferencia de la tierra en los polos, cada punto de la superficie ecuatorial de la tierra debe moverse más á prisa que su correspondiente de los polos.)

Como la tierra gira sobre su eje de occidente á oriente, necesariamente el aire que ella lleva en su movimiento parecerá soplar del *occidente*; sin embargo, como parece que las corrientes de aire de los polos siguen una dirección opuesta, soplarán ó correrán del oriente, ó lo que es lo mismo, serán vientos orientales.)

P.—¿Cómo son producidos los *vientos comerciales* nordeste y sudeste?

R.—Por la combinación de los dos movimientos de las *corrientes polares*; las cuales producen las direcciones intermediarias de *nordeste* y *sudeste*.

P.—¿Son efectivos estos dos movimientos de las corrientes polares?

R.—No; el movimiento de este á occidente es sólo *aparente*. Como la tierra gira sobre su eje de *occidente* á *oriente*, el aire que ella arrastra consigo formará viento occidental; y las corrientes polares parecen soplar en *dirección opuesta*, solamente porque no han adquirido la misma velocidad de aquellas.

P.—¿Soplan todo el año los *vientos comerciales* del nordeste y del sudeste?

R.—Sí; *en mar abierto*, esto es, en los océanos Atlántico y Pacífico, en una región que se extiende como unos 30-grados á cada lado del ecuador.

P.—¿Qué producen los *vientos comerciales* del nordeste y del sudeste cuando se encuentran cerca del ecuador?

R.—Una región de *calmas*, en la cual prevalece un aire espeso cargado de nieblas, con repentinos ramalazos y tormentas.

P.—¿Conserva esta región de calmas una posición siempre fija ó constante?

R.—No; ella se muda de un lugar á otro según la distancia del sol y su posición respecto del ecuador: algunas veces toda se encuentra perfectamente al norte del ecuador, alcanzando de cuando en cuando hasta el segundo grado al sur de este mismo círculo.

P.—¿En el océano Indico los *vientos comerciales* soplan uniformemente de nordeste á sudeste?

R.—No; y menos en aquellas partes del Atlántico y del Pacífico que *limitan* con los *continentes*.

P.—¿En qué dirección corren los *vientos comerciales* en el océano Indico?

R.—Desde abril hasta octubre prevalece un viento sudeste; pero desde octubre hasta abril otra vez, uno nordeste.

P.—¿Cómo se llaman esas corrientes de aire, periódicas, que tanto influyen en el vecindario de los mares Rojo, Indico y de la China?

R.—Se llaman “Los Monzones.”

P.—¿Hasta dónde se extienden los límites de “Los Monzones?”

R.—Estos vientos se extienden desde las costas de Africa hasta la longitud de la Nueva Guinea; y se sienten en dirección norte, como hasta el paralelo de latitud que cruza las islas Loochoo.

(Las islas Loochoo se encuentran cerca de los 24° latitud norte.)

P.—¿Por qué no soplan los *vientos comerciales* en el Océano Indico del sudeste, desde abril á octubre?

R.—Porque en ese tiempo el aire de la Arabia, la Persia, la India y la China está *tan enrarecido* por el enorme calor del sol de verano, que el aire frío del sur se precipita hacia estas naciones, cruzando el ecuador durante estos seis meses, y esto no puede menos que producir un viento sudoeste.

P.—¿Hasta qué distancia se siente este viento de sudoeste?

R.—Desde los 3° al sur del ecuador, hasta las costas de los mares Arábigo ó Rojo, Indico y de la China.

P.—¿Por qué los vientos comerciales, en el océano Indico, soplan del nordeste, desde Octubre hasta Abril?

R.—Porque la parte del Sur de la *zona tórrida* está entonces más caliente, por lo mismo que el sol ha dejado el lado norte del ecuador por el del sur: y el aire frío del norte, al precipitarse hacia el trópico del sur, es desviado en la dirección nordeste, en la cual continúa por otros seis meses del año.

P.—¿Son los Monzones tan poderosos ó fuertes como los vientos comerciales?

R.—Mucho más, y á menudo se convierten en temporales.

P.—¿Por qué son los Monzones más útiles á los marineros que los vientos comerciales fijos?

R.—Porque los marineros están en capacidad de aprovecharse de estos cambios periódicos, para ir en una dirección durante medio año, y volver, ó seguir la dirección opuesta, durante el otro medio.

P.—¿Cómo está señalado el cambio de los Monzones?

R.—Por un intervalo de calmas y tormentas sucesivas.

P.—¿Cuándo son los vientos en el hemisferio del Norte generalmente más violentos?

R.—En Diciembre y Enero. Siguen á estos en fuerza los de Febrero y Noviembre; y de todos, los menos borrascosos son los de Agosto y Septiembre.

P.—¿Por qué son los vientos en el norte generalmente más borrascosos en Diciembre y Enero?

R.—Porque en esos meses es cuando el sol se halla más hacia el sur, y como el calor en las regiones del norte *decrece* rápidamente, el contraste entre esa temperatura y la de la *zona tórrida* es mayor en dichos dos meses que en cualesquiera otros del año.

P.—¿Por qué aumenta esta diferencia de calor la violencia del viento?

R.—Porque el aire siempre trata de conservarse en equilibrio; y por lo tanto, mientras mayor es la diferencia que existe entre sus diferentes partes, más violenta es la ráfaga de aire que parte á igualar sus volúmenes.

P.—¿Por qué son los vientos del hemisferio del norte generalmente más serenos durante los meses de Agosto y Septiembre?

R.—Porque esos meses son los más calientes para ese hemisferio que entonces es cuando más se acerca al calor de la zona tórrida; y por tanto el aire que se dirige hacia el ecuador y del ecuador hacia los polos, en esos dos meses se mueve con menos velocidad que en ninguna otra época del año.

P.—Cómo se muestra la bondad y sabiduría de Dios en esa tendencia constante del aire al equilibrio?

R.—De este modo. Si la zona tórrida no fuese templada por el aire frío de las regiones polares, vendría con el tiempo á ser tan caliente? que ningún ser humano podría soportarla. Si, por el contrario, las regiones polares no hubieran de calentarse jamás con el aire ardiente de la zona tórrida, pronto se harían insufriblemente frías.

P.—¿De qué otro modo benéfico obra la mezcla de las atmósferas ecuatorial y polar?

R.—En las regiones ecuatoriales, la grande abundancia de vida vegetal produce una inmensa porción de oxígeno; en las regiones frías, las grandes cantidades de combustibles que se consumen, y las densas masas de vida animal, producen inmensas sumas de gas ácido carbónico; así, pues, la mezcla de las atmósferas ecuatorial y polar ayuda á abastecer á cada una de estas regiones del gas de que de otro modo carecerían.

P.—¿De qué modo la mezcla de las atmósferas ecuatorial y polar sirve para dar á cada una de estas regiones el gas de que más carece?

R.—Las plantas de las regiones ecuatoriales requieren ácido carbónico; los animales de regiones más frías requieren oxígeno. Las corrientes de aire de los Polos transportan ácido carbónico á las plantas ecuatoriales; y las corrientes de aire del Ecuador llevan oxígeno á los animales que abundan cerca de los Polos.

P.—¿Por qué son generalmente secos los vientos orientales en Europa y los occidentales en los Estados Unidos?

R.—Porque esos vientos atraviesan ó recorren vastos Continentes, en los cuales no absorben sino muy poca cantidad de agua; ahora, pues, viniendo secos, prontamente se embeben la humedad del aire y de las nubes, con lo cual producen tiempo muy seco.

P.—¿Por qué son generalmente fríos los vientos del Norte?

R.—Porque ellos vienen de las regiones polares por sobre montañas de nieve y mares de hielo.

P.—¿Por qué son los vientos del Sur generalmente calientes para Europa y los Estados Unidos?

R.—Porque como vienen de la zona tórrida, se calientan en gran manera.

P.—¿Por qué los vientos del Sur producen á menudo lluvia en dichas regiones?

R.—Porque como vienen de la zona tórrida se calientan mucho, y por lo mismo, embeben una gran cantidad de agua al pasar por el Océano.

P.—¿Cómo se explica con esto el carácter lluvioso de los vientos del Sur?

R.—DE ESTE MODO: como tan pronto como ellos llegan á un clima frío se condensan, no pueden contener por más tiempo en suspensión el vapor que han adquirido, y en consecuencia parte de él se deposita en el suelo, en forma de lluvia.

P.—¿Por qué son los vientos occidentales en Europa y los orientales en los Estados Unidos de América, generalmente lluviosos?

R.—Porque como vienen del Océano Atlántico, están cargados de vapor; y así es que con poco frío que encuentren, parte de ese vapor se deposita en forma de lluvia.

P.—Además de la mera humedad, ¿posee el agua de las lluvias algunas otras propiedades fertilizadoras?

R.—Sí; el agua de la lluvia posee ácido carbónico en abundancia y también una pequeña cantidad de amoníaco; á lo cual se debe atribuir mucho de su poder fertilizador.

(El amoníaco es un compuesto de nitrógeno é hidrógeno. El espíritu de cuerno de ciervo no es otra cosa que una solución de amoníaco en agua.)

P.—¿Por qué gozan las islas tropicales de brisa de mar todas las mañanas?

R.—Porque los rayos solares son incapaces de calentar la superficie del mar hasta el punto en que calientan la tierra; por lo mismo el aire que descansa sobre el mar, que está menos caliente que el que descansa sobre la tierra, sopla hacia esta para restablecer su equilibrio.

P.—¿Por qué son malsanas las brisas de tierra?

R.—Porque frecuentemente se hallan cargadas de las exhalaciones de las sustancias animales y vegetales en putrefacción que existen en ella.

P.—¿Por qué son frescas y saludables las brisas del mar?

R.—Porque vienen por encima del agua fría que les quita su calor, y no están cargadas de exhalaciones nocivas.

P.—¿Por qué están expuestas las islas tropicales á brisas de tierra todas las tardes?

R.—Porque después de la puesta del sol, la superficie de la tierra, que es mejor radiador del calor, se enfría más á prisa que la superficie del mar: en consecuencia de esto, el aire de la tierra fría se condensa, baja y se extiende por el aire caliente del mar, causandó el vientecillo que se denomina brisa de tierra.

P.—¿Por qué es más fija ó estable la temperatura de las islas que la de los continentes?

R.—Porque el agua que rodea las islas absorbe en verano el calor que pudiera llegar á ser excesivo: y en invierno se lo devuelve para mitigar el frío de esta estación.

P.—¿Cuál es la causa de las ondas del mar?

R.—El viento, que al obrar sobre la superficie del mar, levanta unas especies de lomas de agua, las cuales dejan detrás unas quebraduras dentadas; como de todos lados el agua se precipita á colmar estas quebraduras, la perturbación se extiende por donde quiera, y por donde quiera unas olas siguen á las otras.

P.—¿Por qué se siente el viento generalmente frío?

R.—Porque una superficie que está cambiando constantemente es lo que entra en contacto con nuestro cuerpo, cuando corre viento, la cual tiende á robarle su calor.

P.—¿Por qué es el aire de un cuarto, aun cuando en este no haya estufa ni ningún otro aparato calorífico, más caliente que el aire libre?

R.—Porque el aire de un cuarto no está sujeto á *muchos cambios*, y por tanto, pronto viene á ponerse á la misma temperatura de nuestra piel, y de ahí en adelante, ya no puede uno sentir frío.

P.—¿Por qué cuando soplamos un alimento caliente lo enfriamos?

R.—Porque con el soplo retiramos ó removemos el aire que descansa sobre el manjar, ó alimento calentado por este, dando lugar á que otra porción más fría, capaz de robarle otra nueva porción de calor, venga á ponerse en contacto con él.

P.—¿Qué velocidad tiene el viento?

R.—Según: la brisa suave tiene una velocidad de unos 8 kilómetros por hora; el viento fuerte tiene una de 32 á 96 kilómetros por hora; y el huracán una de 128 á 160 kilómetros por hora.

P.—¿Cómo se puede uno asegurar de que efectivamente es esa la velocidad del viento?

R.—Observando la velocidad de las nubes; ó por un instrumento especial llamado *Anemómetro*, nombre que se compone de dos palabras griegas, la primera de las cuales significa *viento*, y la segunda *medida*. Sin embargo este nombre se le aplica más comunmente al instrumento empleado para medir la fuerza del viento.

P.—¿Y cómo halla uno cuál es la velocidad de las nubes?

R.—Observando la sombra que ellas proyectan sobre el suelo, la cual necesariamente tiene que moverse en la dirección del viento, con la misma velocidad que las nubes que la proyectan, y que el aire por el cual ellas se sienten impulsadas. Esta velocidad, según se lleva dicho, para el viento fuerte es de 32 á 96 kilómetros por hora.

P.—¿Por qué pasa siempre una fuerte manga de aire por los ojos de las cerraduras de las puertas?

R.—Porque el aire del cuarto que ocupamos está *más caliente* que el de afuera; y eso hace que el aire de afuera, más frío, se precipite en el cuarto por el ojo de la cerradura, formando una manga ó corriente fuerte, para tratar de restablecer su equilibrio.

(La misma causa determina el paso de mangas ó corrientes por todas las grietas ó rendijas de las puertas y ventanas; y estas son tanto más fuertes cuanto más elevada es la temperatura de los cuartos y más facilidades hay en ellos para el escape del aire caliente.)

P.—¿Cómo puede ventilarse mejor un cuarto: abriendo las vidrieras de la parte de arriba de las ventanas ó las de la parte de abajo?

R.—Un cuarto se ventila mejor, abriendo las vidrieras de la parte de arriba de las ventanas, porque el aire viciado y caliente que siempre va á dar contra el techo, puede entonces escaparse más fácilmente.

P.—¿De qué manera puede enfriarse más pronto un cuarto: abriendo las vidrieras superiores ó las inferiores?

R.—Un cuarto caliente se enfria más á prisa, abriendo las vidrieras que se encuentran más abajo; porque el aire frío puede entonces entrar más fácilmente á la parte inferior del cuarto, que si se abren las de arriba, y desalojar muy pronto el aire caliente.

P.—¿Por qué orea el aire seco la ropa húmeda?

R.—Porque el aire seco, á la manera de una esponja enjuta, se embebe las partículas de vapor de la superficie de la ropa, inmediatamente que este se forma.

P.—¿Qué lugares son los más calientes en las *iglesias*, capillas ó teatros?

R.—En las dos primeras los coros y las galerías, en los segundos, las últimas hileras de palcos ó claros, contados de abajo para arriba.

P.—¿Por que son estas cosas más calientes que las partes bajas del edificio?

R.—Porque el aire caliente de todo el edificio asciende; y porque todo el aire frío que puede entrar por las puertas y ventanas, se conserva hacia la parte de abajo ó hacia el piso del cuarto, hasta que llega á calentarse también.

## CAPITULO XXV.

### DEL BAROMETRO.

P.—¿Qué cosa es el barómetro?

R.—El barómetro es un instrumento que sirve para medir las variaciones de *peso del aire*, y por las medidas de estas variaciones podemos, aproximadamente, juzgar qué tiempo se nos espera.

(La palabra *barómetro* se compone de dos vocablos griegos, de los cuales el primero significa *peso*, y el segundo *medida*.)

P.—¿Y qué es el *termómetro*?

R.—El termómetro es otro instrumento que sirve para determinar cuán caliente ó cuán fría está una cosa.

(Esta voz también está compuesta de dos palabras griegas, la primera de las cuales significa calor y la segunda medida.)

P.—¿Cuál es la diferencia que existe entre el termómetro y el barómetro?

R.—Esta: en el termómetro el mercurio de dentro del instrumento está completamente separado del aire; y sube ó baja según que la temperatura instable del aire lo dilate ó lo contraiga.

(En el barómetro el mercurio queda expuesto al aire por la parte inferior del tubo; y sube ó baja según que el peso instable ó variable del aire hace más ó menos presión sobre la superficie líquida que queda en contacto con él.

P.—Si el mercurio del termómetro está cerrado al aire, ó no está en contacto con él, ¿cómo puede él afectarlo?

R.—Porque el calor del aire entra al tubo de *vidrio* pasando al través de las paredes, y una vez adentro dilata el metal y por lo mismo hace que este se levante en el tubo.

P.—¿Por qué se deja abierto por debajo el tubo del barómetro?

R.—Para que el aire pueda hacer *presión libremente* por esa abertura sobre el mercurio; y, como esta presión varía, otro tanto tiene que sucederle al nivel de dicho líquido.

(La parte superior del tubo debe ser un *vacío absoluto*, de otro modo la presión del aire exterior sobre la parte inferior de la columna no puede producir ningún efecto en el nivel del mercurio.)

P.—¿Cómo puede el barómetro, instrumento que determina el peso del aire, servir para indicar los cambios de tiempo?

R.—Cuando el aire está húmedo ó cargado de vapor, es más ligero que de ordinario; y por lo mismo la columna de mercurio baja;

Quando el aire está *seco* ó libre de vapor, es más pesado que de ordinario; y entonces el mercurio sube. Así pues, el barómetro, al poner de manifiesto las variaciones de peso del aire, indica también los cambios de tiempo.

P.—¿Por qué se puede predecir con la inspección del barómetro la especie de tiempo que hará?

R.—Porque el mercurio sube ó baja en el tubo á medida que el aire se hace más pesado ó más ligero; y así es que por el peso del aire podemos predecir el tiempo que se espera.

P.—Y varía mucho el peso del aire?

R.—Sí; las variaciones de la atmósfera alcanzan á ser hasta de una décima parte de su peso, unas veces más y otras menos.

P.—De qué les sirve el barómetro á los marineros?

R.—Les indica cuando puede tener lugar un chubasco para que arreglen sus buques antes de que llegue.

P.—¿Hay, pues, algunas reglas fijas para conocer por este instrumento, cuando se acerca viento, lluvia ó tormenta?

R.—Sí; hay diez reglas especiales que enseñan á conocer los cambios de tiempo; pero hay que advertir que estas sirven de poco en la región intertropical y en las zonas templada y fría del sur, puesto que no son sino el resultado de las experiencias hechas en la zona templada del norte.

P.—¿Cuál es la primera de estas reglas?

R.—Que el barómetro está en su punto más elevado después de una *larga helada*; y que generalmente sube con un viento de *noroeste*.

P.—¿Por qué se encuentra en su punto más alto después de una *larga helada*?

R.—Porque una *larga helada condensa* en gran manera el aire; y mientras más condensado esté el aire, mayor será la presión que ejerce sobre el mercurio del barómetro.

P.—¿Por qué sube generalmente el barómetro con un viento *noroeste*?

R.—Porque el viento de *noroeste* al mismo tiempo que enfría el aire lo hace más seco; y siendo más denso, y no conteniendo vapor, es mucho más pesado.

P.—¿Cuál es la segunda regla?

R.—Que el barómetro se encuentra en su *punto más bajo* durante el deshielo que sigue á una *larga helada*; y que generalmente mengua en elevación con viento del *sur* ó con viento del *este*.

P.—¿Por qué baja tanto el barómetro al desbaratarse una *larga helada*?

R.—1.º Porque el aire, que con la *helada* se había secado mucho, absorbe la humedad de la nueva corriente cálida procedente del *sur* ó del *suroeste*; y

2.º Porque el aire, que con la *helada* se había *condensado* en extremo, se *dilata* repentinamente por el calor del viento de tal procedencia.

P.—¿Por qué baja tanto el barómetro con los vientos del *sur* y del *este*?

R.—Porque los vientos que proceden de estos dos puntos cardinales están sumamente *cargados de vapor*; y bien se sabe que el aire que contiene vapor es más ligero que el *seco*.

P.—¿Qué efecto produce el viento sobre el mercurio del barómetro?

R.—El mercurio del barómetro adquiere su mayor *elevación* cuando el viento sopla entre los puntos *oeste* y *norte*; al paso que manifiesta su mayor *depresión* cuando sopla entre los puntos *sur* y *este*.

P.—¿Por qué afectan de este modo dichos vientos el mercurio del barómetro?

R.—Porque con los vientos fríos aumenta la presión del aire, y con los calientes disminuye: con los primeros aumenta porque con su frío se contrae el aire de la región que ellos atraviesan, dejando un vacío que es llenado inmediatamente por el aire caliente de las regiones circunvecinas, lo cual hace mayor su densidad; con los segundos disminuye, porque con su calor dilatan el aire que atraviesan, haciéndolo huir en todas direcciones; y siendo entonces menos el aire que en ella se encuentra, tiene naturalmente que pesar menos.

P.—Cuál es la tercera regla?

R.—Que cuando el barómetro se mantiene á una elevacion constante de más de 60 centímetros, el aire está ó muy *seco*, ó muy *frio*, ó muy *seco* y muy *frio* á un mismo tiempo, y que por lo mismo no puede esperarse lluvia.

P.—¿Por qué no puede haber *lluvia* si el aire está muy *seco*?

R.—Porque el aire *seco* más bien absorbe la *humedad* que dejarla caer en forma de lluvia.

P.—¿Por qué no puede haber *lluvia* si el aire está muy *frio*?

R.—Porque entonces está muy *condensado*, y por lo mismo ha perdido toda ó casi toda la *humedad* que podia contener.

P.—Cuál es la cuarta regla?

R.—Que cuando el barómetro está muy *bajo*, no hay por qué temer mucha lluvia; aunque raras veces se tienen *hermosos días* en tales ocasiones.

P.—¿Qué puede esperarse cuando el barómetro se halla ordinariamente muy *bajo*?

R.—Lo que puede esperarse es un tiempo de cortos *chubascos* ó *ramalazos*, con repentinas ráfagas de viento del oeste.

P.—¿Por qué si el barómetro se halla muy *bajo* ordinariamente debe haber poca lluvia?

R.—Porque entonces el aire está muy *caliente* ó muy *húmedo*, ó muy *caliente* y muy *húmedo* á la vez.

P.—¿Y por qué si el aire está muy *caliente* es poca la lluvia?

R.—Porque el aire muy *caliente* tiene más bien tendencia á absorber ó embeber más *humedad* que á soltarla que posee ó á desprenderse de ella.

P.—¿Y por qué si el aire está muy *húmedo* y el barómetro muy *bajo* tiene que haber poca lluvia?

R.—Porque no puede haber lluvia, aun cuando el aire esté saturado de *humedad*, mientras no exista alguna corriente de aire *frío* que *condense el vapor*; y el barómetro se elevará instantáneamente, luego que exista dicha corriente.

P.—Cuál es la quinta regla?

R.—Que en la estación de verano, y después de muchos días de buen tiempo, el barómetro descendiendo gradualmente por espacio de 2 ó 3 antes de que tengan lugar las lluvias. Pero si el descenso del mercurio es repentino es de temerse una gran tormenta.

P.—Cuál es la sexta?

R.—Que aun cuando el cielo esté despejado y prometa algunos días de buen tiempo, si el barómetro baja, debe esperarse que se nuble el cielo repentinamente.

P.—Cuál es la séptima?

R.—Que las nubes negras y densas no se desgajan en lluvias cuando el *barómetro* está muy elevado; pero que si el barómetro está bajo, llueve, aun cuando no haya de ellas ni vestigios.

P.—Cuál es la octava?

R.—Que mientras más elevado se halle el barómetro, mayores son las probabilidades de buen tiempo.

P.—¿Por qué se mantiene el mercurio del barómetro tan elevado en buen tiempo?

R.—Porque en buen tiempo el aire contiene *muy poco vapor*. Y mientras más *seco* esté el aire será más pesado, y más hará subir la columna de mercurio en el barómetro.

P.—Cuál es la novena regla?

R.—Que cuando el mercurio está *ascendiendo*, el buen tiempo está próximo; pero que cuando va bajando, lo que no se hace, esperar mucho, es el malo.

P.—¿Por qué se eleva ó sube el mercurio á la aproximación del buen tiempo?

R.—Porque el aire está haciéndose entonces más seco; y por lo mismo su *presión* va también en aumento.

P.—¿Por qué se va hundiendo el mercurio á la aproximación del mal tiempo?

R.—Porque el aire está *cargado de vapor*, ó en desequilibrio por efecto del viento.

P.—¿Por qué hace descender el vapor del aire el mercurio del barómetro?

R.—Porque, como ya se ha dicho, el aire, *cargado de vapor*, es más ligero que el seco; y por lo mismo su presión sobre el barómetro es *menor*.

P.—¿Cuál es la décima regla deducida de la observación del barómetro?

R.—Que si estando en tiempo frío, comienza á *nevar*, el barómetro generalmente sube hasta 30 pulgadas, lo que equivale á algo más de 60 centímetros: y allí se detiene el tiempo que dure cayendo la nieve. Si después de esto el tiempo *aclara*, se debe temer un frío muy intenso.

P.—¿Cómo puede saber uno si el mercurio del barómetro va subiendo?

R.—Para esto se observa el *vértice* de la columna líquida. Si este *vértice* es muy *convexo*, es decir: si está muy elevado hacia el centro y muy deprimido hacia los lados, el mercurio está *ascondiendo*. Por el contrario, si el mismo *vértice*, ó parte más elevada de la columna, tira á ser *cóncavo*, esto es, sumido hacia el centro, el mercurio va bajando.

P.—¿Por qué es el vértice de la columna de mercurio tan convexo cuando este líquido se encuentra subiendo?

R.—Porque la parte de mercurio que queda en contacto con el tubo del barómetro se adhiere al vidrio, aunque muy ligeramente: por esta razón la parte central, en donde no existe semejante adherencia, se levanta más que los lados, en donde sí existe, formando esta clase de superficie.

P.—¿Y por qué es el vértice de la columna mercurial *cóncavo* cuando el mercurio del barómetro va bajando?

R.—Porque la parte de mercurio que queda en contacto con el tubo se adhiere ó pega á este por efecto de la *atracción capilar*: y por lo mismo la del centro, en la cual no existe semejante atracción, baja más á prisa.

P.—¿Qué cambios de tiempo producen las *tronadas*?

R.—Las tronadas son generalmente precedidas de tiempo muy caloroso y seguidas de tiempo frío y de aguaceros.

P.—¿Qué cambios de tiempo producen los *repentinos* cambios de temperatura?

R.—Los fuertes y repentinos cambios, ya de calor á frío, ya de frío á calor, son generalmente seguidos de lluvias, las cuales empiezan como á las 24 horas.

P.—¿Por qué son seguidos de *lluvias* los cambios *repentinos* de calor á frío?

R.—Porque el *frío condensa el aire*; y con esta condensación parte de su vapor se desprende en forma de *lluvia*.

P.—¿Por qué son seguidos también de *lluvia* los cambios repentinos de frío á calor?

R.—Porque con ellos el aire queda pronto saturado de *humedad*; pero al acercarse la noche y bajar la temperatura, parte de esta humedad se resuelve en lluvia.

P.—¿Por qué queda pronto saturado el aire de humedad, cuando tiene lugar un *rápido* cambio de frío á calor?

R.—Porque la evaporación (que había sido contenida por el frío) comienza de nuevo, y en abundancia, con motivo de la disminución de presión del aire que ocasiona el mismo cambio.

(Mientras menor sea la presión del aire más rápida será la evaporación de la humedad.)

P.—¿En qué estación son más marcadas ó mayores las variaciones del barómetro?

R.—En la del invierno, porque la diferencia de temperatura entre las zonas tórrida y templada es *mucho mayor* en invierno que en cualquiera otra estación; y eso produce una mayor perturbación en el estado del aire.

P.—¿Y cuándo son menores las variaciones del barómetro?

R.—En verano, porque la temperatura de las zonas templada y tórrida en verano es casi tan igual, que su estado es muy poco perturbado por el cambio de corrientes.

P.—¿Tienen el *frío* y el *calor* alguna influencia en la elevación del barómetro?

R.—No, por lo menos directa; pero á causa de que en tiempo *frío* el aire se encuentra ó muy seco ó cargado de vientos del noroeste, el mercurio sube en ese tiempo; y á causa de que en tiempo caloroso el aire está muy humedo, ó es combatido por los vientos del sudeste, el mercurio, por el contrario, baja en este.

P.—¿Por qué está más bajo el mercurio del barómetro en la zona *tórrida* que en las frías?

R.—Porque el aire caliente de la zona tórrida contiene mucho más *vapor* que el condensado de la frígida; y mientras *más húmedo* es el aire *menor* es su presión.

P.—¿En qué meses está más elevado el mercurio del barómetro?

R.—En Mayo y Agosto; y un poco menos en Junio, Marzo, Septiembre y Abril.

P.—¿En qué meses está más bajo el mercurio del barómetro?

R.—En Noviembre y Febrero, y un poco menos en los de Octubre, Julio, Diciembre y Enero.

P.—¿Por qué hay menos humedad en la atmósfera desde Marzo hasta Agosto que desde Agosto á Marzo otra vez?

R.—Porque en la primera de estas épocas el calor va constantemente en aumento; y la capacidad del aire para absorber y retener la humedad corre parejas con este aumento.

P.—¿Por qué hay más humedad, y por lo mismo más lluvia, desde Agosto hasta Marzo que de Marzo á Agosto otra vez?

R.—Porque en la primera de estas épocas el calor va constantemente menguando; y la capacidad del aire para contener humedad disminuye también; de manera que aunque llueva á menudo, el aire se mantiene siempre en punto de perfecta saturación.

P.—¿Por qué *sube* el mercurio del barómetro al tiempo de una helada?

R.—Porque la helada *condensa* el aire: y el aire condensado pesa más que el enrarecido.

P.—¿Por qué descende el mercurio del barómetro al tiempo de un deshielo?

R.—Porque el aire se encuentra por entonces cargado ó saturado de vapor.

P.—¿Qué indican una repentina elevación ó un repentino descenso del barómetro?

R.—La elevación repentina, que el buen tiempo no puede durar mucho; y el descenso repentino, que el mal tiempo se cambiará pronto por bueno.

P.—¿Qué tiempo se puede esperar cuando el barómetro es muy instable?

R.—Un tiempo de esa misma clase, es decir, muy instable también.

#### RESUMEN.

El descenso del mercurio en el barómetro, en tiempo de mucho calor, presagia tormenta; en otras ocasiones vientos fuertes. En tiempo helado presagia *deshielo*. En tiempo de lluvias, que estas durarán mucho, ó mejor, que serán muy fuertes; pero si las lluvias tienen lugar inmediatamente después del descenso del barómetro en buen tiempo, no durarán mucho, si bien es cierto que si el mercurio se queda abajo serán lluvias acompañadas de viento. Por último, los mayores descensos del barómetro son causados por la unión del viento y la lluvia; y las que siguen á estas, por el solo viento, á menos que este sople del *este* ó del *nordeste*.

La elevación del mercurio en el barómetro, en invierno, presagia *heladas*; en tiempo *helado*, nieve. Si el buen tiempo tiene lugar poco después de la elevación del barómetro, la duración de este no será mucha. Si en tiempo de lluvia el mercurio sube y se queda arriba, se puede esperar que haga bueno por uno ó dos días; si en el mismo tiempo el barómetro sube mucho repentinamente, el buen tiempo no será tampoco de larga duración. Por último los mayores ascensos del barómetro los causan los vientos del *norte* y *occidente*.

Si el nivel del mercurio del barómetro no es fijo, debe esperarse tiempo variable; si indicando *mucha lluvia* sube á *variable*, pueden esperarse unos pocos días de buen tiempo; si indicando *buen tiempo* descendiendo á *variable*, debe temerse uno muy malo.

#### CAPITULO XXVI.

#### NIEVE, GRANIZO, LLUVIA.

P.—¿Qué es la *nieve*?

R.—El vapor condensado del aire muy *frío*, el cual baja á la tierra.

P.—¿Qué condiciones se requieren para la formación de la nieve?

R.—Que el aire esté casi saturado de vapor, y que sea condensado por una corriente de aire de una *temperatura inferior* á la del *punto de congelación del agua*.

(Ahora pocos años, algunos pescadores, á quienes cogió el invierno en la Nueva Zembla, después de varios días de encierro en una choza, *abrieron la ventana*, y el aire frío exterior que se precipitó dentro, condensó instantáneamente el aire de aquel abrigo contra la intemperie, y su vapor descendió al suelo en forma de un ramalazo de nieve.)

P.—¿Por qué cae la *nieve* en tiempo de invierno?

R.—Porque entonces los rayos del sol son demasiado *oblicuos* para poder calentar la superficie de la tierra; y como la tierra no tiene calor que comunicar ó que radiar al aire, este cuerpo baja mucho de temperatura.

P.—Cuál es la causa del *agua nieve*?

R.—Cuando los copos de nieve en su descenso pasan por un lecho ó una capa de aire cuya temperatura es superior á la del punto de congelación del agua, se derriten parcialmente; y caen á la tierra como nieve á medio fundir ó como *agua nieve*.

P.—Para qué sirve la *nieve*?

R.—Para mantener *caliente* la tierra y para *alimentarla*.

P.—Luego la *nieve* mantiene *caliente* la tierra?

R.—Sí; porque es muy *mal conductor* del calor; en virtud de esto, cuando la tierra está cubierta de *nieve*, raras veces baja su temperatura del punto de congelación, aun cuando el aire se halle algunos grados más abajo de este punto.

P.—¿Por qué es la *nieve mal conductor* del calor y del frío?

R.—Porque tiene mucho aire confinado ó detenido entre sus cristales; y bien se sabe que el aire es muy *mal conductor*. Por tanto, cuando la tierra está cubierta de *nieve* no puede despojarse de su calor por radiación.

P.—Cuáles son las palabras del Salmista (CXLVII, 16.) respecto de la *nieve*, y qué significan estas palabras?

R.—El Salmista dice: “El Señor da la *nieve* lo mismo que da la *lana*,” y con esto él no solamente quiso decir que la *nieve* es tan *blanca* como la *lana*, sino también que es lo mismo de *caliente*.

P.—Por qué es *caliente* la *lana*?

R.—Porque la *lana* contiene aire entre sus fibras, y el aire es un cuerpo *mal conductor*.

P.—Por qué es la *nieve caliente*?

R.—Porque la *nieve* contiene también aire entre sus cristales, y el aire es un *mal conductor*.

P.—Por qué *alimenta* la *nieve* á la tierra?

R.—Porque le suministra *humedad*, la cual contiene *ácido carbónico*; y este gas penetra lentamente en el suelo, y se insinúa en cada terrón, cada lomo ó cada surco que en él se encuentra.

P.—Por qué no hay *nieve* en tiempo de *verano*?

R.—Porque el calor de la tierra la derrite en su descenso, y le impide llegar á la superficie de la tierra.

P.—¿Por qué están algunas montañas perennemente cubiertas de *nieve*?

R.—1.º Porque el aire que pesa sobre las altas montañas se encuentra siempre más enrarecido que el que pesa sobre las llanuras; y el aire enrarecido retiene mucho calor en el estado latente; y

2.º Porque en las cimas de las montañas el resto de la tierra no puede irradiar calor al aire; y en virtud de eso, la *nieve* no se derrite en su descenso, sino que cae sobre ellas y allí se queda.

P.—Por qué es blanca la nieve?

R.—Porque está formada de un número infinito de diminutos cristales y prismas que reflejan desde diferentes puntos todos los colores de los rayos de luz; y la *unión* de estos colores antes de llegar á los ojos la hace aparecer blanca.

(La misma respuesta puede aplicarse á las preguntas: por qué es blanca la sal? ¿por qué es blanco el azúcar? &c.)

P.—Qué es el granizo?

R.—Lluvia que en su descenso ha pasado por alguna capa de aire sumamente fría, la cual ha solidificado sus gotas.

P.—¿Qué es lo que hace que unas capas de aire se encuentren más frías que otras?

R.—Este efecto es frecuentemente causado por la electricidad que se encuentra distribuida en él muy desigualmente.

P.—¿Por qué es á menudo el granizo acompañado de truenos y relámpagos?

R.—1.º Porque la *congelación del agua en granizo* descompone la electricidad *neutral* del aire; y

2.º Porque la fricción producida por la caída del mismo la excita todavía más.

P.—¿Por qué cae generalmente granizo en verano y en otoño?

R.—1.º Porque el aire en esas dos estaciones posee una *tensión eléctrica mucho más elevada* que en el invierno y en la primavera; y

2.º Porque en el verano y en el otoño los vapores que se encuentran más enrarecidos, ascienden á regiones muy elevadas, las cuales son *más frías* que las vecinas á la tierra.

P.—¿Cuáles son las dos cosas esenciales para que se produzca el granizo?

R.—Las dos cosas esenciales son dos capas de nubes de *electricidades opuestas*, y dos corrientes de *aire*. Entonces la *nube inferior*, cargada de electricidad negativa, es la que se precipita ó desciende en forma de granizo.

P.—Qué es la lluvia?

R.—La lluvia es el vapor de las nubes ó el vapor que se condensa en el aire, y que en ese estado se deja caer sobre la tierra.

P.—¿Cuándo el vapor del aire ó las nubes se precipitan en forma de granizo, de lluvia ó de nieve?

R.—Cuando la atmósfera está saturada de vapor y se presenta una corriente *fría* que la condensa; porque entonces ya no es capaz de contener todo ese vapor en solución, y parte de él se desprende en la forma de alguna de estas tres cosas.

P.—Por qué cae la lluvia á gotas?

R.—Porque las partículas de vapor en su descenso se atraen *unas á otras*, y las que llegan á acercarse lo suficiente se *unen* y forman gotas.

P.—¿Por qué no produce siempre lluvia el frío de la noche?

R.—Porque el aire no está siempre en punto de saturación; y á menos que esto sea lo que suceda, podrá contener en solución el vapor que posea, aun cuando el frío de la noche lo condense.

P.—¿Por qué una nube que pasa deja caer á menudo gotas de lluvia?