

encubierta todavía. Dirigió entonces todos sus conatos á estudiar y señalar los efectos de la electricidad en el iman, hasta que llegó por fin el momento, que solo puede compararse con aquel en que la musa de la poesía enagena al poeta, ó en que se ciernen delante del pintor las formas que en vano anduvo buscando toda su vida. Oersted convirtió la coronada en realidad. En medio de una lección que daba al público, presentóse á su alma el pensamiento, y sus oyentes fueron testigos de su primer feliz ensayo. Descubrióse la ley del electro-magnetismo, que ha de dar tan óptimos frutos al mundo entero. Una breve noticia anunció á la ciencia esta gran conquista; y los físicos de todos los países se afanaron luego en beneficiarla. Llovieron entonces sobre el descubridor diplomas y medallas; nombrósele secretario perpétuo de la real sociedad de ciencias, director de la escuela politécnica, creada en Copenhague á instancias suyas, y finalmente consejero real.

Y no se limitó á este solo descubrimiento su actividad científica; pues todas las ramas de la física y de la química fueron testigos de sus profundas y agudas investigaciones. La física de lo bello y la armonía entre las leyes de la naturaleza y las leyes de la razón humana eran su pensamiento predilecto; porque en todo quería penetrar con unidad; todo debía ser la expresión de una idea única y eterna.

Llevado de este pensamiento, afanóse toda su vida por propagar las ciencias naturales, en las que estaba viendo la salvación de la humanidad. En 1825, fundó la *Sociedad pro-*

pagadora de las ciencias naturales, la cual daba cursos públicos, por medio de sus individuos, en las ciudades mas importantes del país. No creía Oersted profanar la ciencia de la cátedra con sus exposiciones populares; y la vestidura fresca y poética que daba á sus disertaciones venia á ser para él un atavío que no desdecía de la gravedad de su musa.

En estas exposiciones, así como en sus tratados, conocidos en Alemania bajo el título de *El Espíritu de la naturaleza*, se manifiesta Oersted lleno de confianza en la saludable misión de las ciencias.

También tomó parte Oersted en los sucesos políticos de su país y de Alemania, defendiendo con calor los principios del progreso, ajeno siempre á todo rencor personal y á estrechas miras locales.

Murió este hombre extraordinario el 9 de marzo de 1851, á la edad de cerca de ochenta años. Su muerte fué tranquila y suave, propia de un cristiano que, en el estudio de la naturaleza, aprendió á acatar y amar á su Divino Autor, y que con la grandeza de sus conatos se mantuvo exento de toda pasión vulgar. Murió cabalmente en un tiempo en que empezaban ya á plantearse los telégrafos eléctricos, cuyo pensamiento surgió de su espíritu, haciendo desaparecer las distancias terrestres en beneficio de la vida pública y del trato de las naciones. Murió, como el árbol decrepito, contemplando á sus piés los robustos retoños que habia sembrado en torno suyo.

Antonio Rave.

El péndulo.

per Oton Mle.

I.—*El péndulo como medida del tiempo.*

Un claro día de primavera me llamó hace poco al campo. El suave aliento de la vida que despierta, propagándose blandamente por toda la naturaleza, hubo de ejercer en mí su influencia, infundiéndome el arrojo de bajar corriendo una cuesta bastante empinada, como tantas veces, siendo niño, habia tenido el gusto de hacerlo. La elasticidad de mi espíritu no me dejó pensar que mi cuerpo habia perdido la suya, que mis miembros ya no tenían la lijereza y la flexibilidad de la primera juventud. Mi carrera se fué acelerando, mis pasos se fueron alargando, y finalmente precipitéme á pesar mio con impetuosa velocidad al pié de la bajada. Poco faltó para que mi travesura de muchacho tuviese su acostumbrado desenlace; y hubiera terminado con una caída nada suave, si la blandura del suelo no hubiese estinguido gradualmente la velocidad de mis piés.

El no acostumbrado ejercicio habia también ejercido su influencia en la disposición de mi espíritu. Habíase apoderado de mí un sentimiento desagradable, desconocido para el niño, esto es, el sentimiento de la sujeción y de la debilidad. Habíame sentido bajo el poder de una fuerza que me habia obligado á seguir su dirección, sin poder oponerle resistencia. Comparábame con la piedra que un ligero impulso hace bajar rodando de una altura, y que abandonada á todo el poder de su propio peso, se precipita al fondo en poderosos saltos, destrozándose á sí misma y á las que encuentra al paso. Habia experimentado en mí mismo el dominio de las leyes de la naturaleza; y mi orgullo, que poco antes me elevaba muy alto sobre la tierra humilde é inerte, habia sido tristemente abatido.

Muchas veces habia ya tropezado con fuerzas estrañas y habia sido el blanco de sus imperiosas é inevitables exigencias. Verdad es que, en los primeros momentos, me habia sentido humillado; pero luego habia recobrado la armonía de mi interior con el mundo eterno y la conciencia de mi libertad. También esta ocasión me hizo entrar en la senda acostumbrada y certera, que conduce á la ciencia.

Si efectivamente habia sido yo comparable á la piedra, es porque la ley de la gravedad en un instante me habia hecho sentir su poder. Era, con todo, la misma gravedad que en todos tiempos, y aun sin advertirlo, habia obrado sobre mí, haciéndome sensible en la subida como resistencia, y poniéndola de manifiesto la inclinación de la bajada; bien así como el poder del río que suavemente se desliza no se revela hasta que repentinamente se arremolina engolfándose en hondo precipicio. Cuando yo caminaba tan tranquilo por el llano, no por esto me hallaba menos bajo el imperio de la fuerza de gravedad. Todá mi marcha no era mas que una lucha constante con ella, un continuo caer y recobrar alternativamente el equilibrio.

La tierra atrae á sí con la totalidad de su masa á cada uno de sus miembros en particular. Esta fuerza de atracción se concentra en cada cuerpo en un punto que nosotros designamos como el centro de su masa, el centro de gravedad, y alrededor del cual la masa está igualmente distribuida por todos lados. Si este punto no está sostenido, toma la dirección de la gravedad, y el cuerpo cae. Así es como se verifica también en nosotros. Cuando estamos en pié, nuestro cuerpo solo permanece en equilibrio, mientras que la ver-

tial del centro de gravedad pasa por los pies ó por el espacio comprendido entre los mismos. Pero cuando andamos, la pierna, á quien damos una posicion oblicua hácia atrás, empuja el cuerpo adelante, mediante la fuerza de tension de sus músculos. Esta fuerza, que actúa oblicuamente de abajo arriba, podemos imaginárla descompuesta en una vertical que sostiene el centro de gravedad, y otra horizontal que le impele hácia delante. Pero si, por una parte, el movimiento en direccion contraria á la vertical vence la fuerza de gravedad, por otra parte, el cuerpo debería caer á consecuencia del movimiento horizontal que lo lleva mas allá de su primer punto de apoyo. Asi es que, para darle una nueva base de sustentacion, la otra pierna se adelanta rápidamente, y afirmándose en el suelo en posicion vertical, detiene la caída que iba á efectuarse. De esta manera, el centro de gravedad del cuerpo es llevado adelante á una altura casi constante sobre un camino horizontal. Solo por medio del salto es impulsado todo el cuerpo en direccion hácia arriba, cuando los dos pies se elevan á un tiempo del suelo. Pero si nuestro movimiento se verifica descendiendo por un plano inclinado, predomina entonces la direccion de la gravedad, el cuerpo es mas impedido hácia delante, y no recobra completamente el equilibrio por la colocacion del pié en el suelo, esperimentando al propio tiempo una atraccion de la pierna trasera, y dando por resultado la caída, si la rapidez del movimiento de los músculos no puede contrarrestar el empuje hácia delante.

Durante ese prolongado ejercicio de asegurar el equilibrio del cuerpo por medio de una estremidad, cuando la fuerza muscular de la otra lo ha impedido adelante, ejecutan las estremidades un movimiento particular. Con las cabezas del fémur, redondeadas y suspendidas simétricamente de las cavidades articulares en ambos lados de la pélvis, oscilan en torno de sus puntos de suspension á la manera de un péndulo que un impulso ha desviado de su posicion de equilibrio. Este movimiento pendular se demuestra de un modo convincente, cuando, apoyándonos sobre una pierna en un punto elevado, dejamos colgar y oscilar la otra en varias direcciones. Entonces tenemos en cierto modo, como el reloj en su péndulo, una medida del tiempo, cuya magnitud determina la mayor ó menor velocidad de nuestra marcha habitual.

Es evidente que esta velocidad depende principalmente de la longitud de las piernas; y como esta en general presenta poca diferencia, aquella es próximamente igual. Una fuerza muscular mayor puede tambien por su parte acelerar el movimiento, aumentando la estension y la frecuencia de los pasos. En la carrera, el pié levantado ejecuta tan solo una semi-oscilacion hácia delante, porque al llegar á la posicion vertical, se apoya en el suelo para sostener el centro de gravedad. Por esto entonces damos dos pasos en el mismo tiempo en que la pierna, oscilando libremente á la manera del péndulo, ejecuta una oscilacion completa. En la marcha lenta ó regular, dejamos descansar algun tiempo el pié que apoyamos en el suelo, de modo que su evolucion dura un poco mas de media oscilacion; pero lo mas que puede alcanzar en la marcha mas lenta es la duracion de una oscilacion. Cuanto mas rápidamente se suceden los pasos, tanto mayor es al propio tiempo su estension, porque simultáneamente aumenta en la misma proporcion la velocidad de propulsion del punto de suspension del péndulo, esto es, de la pélvis: de modo que la velocidad gana bajo dos conceptos por la aceleracion del paso. Generalmente el número de oscilaciones de la pierna es de 86 en un minuto; por consiguiente, ejecutamos 172 pasos en un minuto, y la duracion media de la oscilacion equivale á 7/10 de segundo, siendo la del paso de 7/20 de segundo.

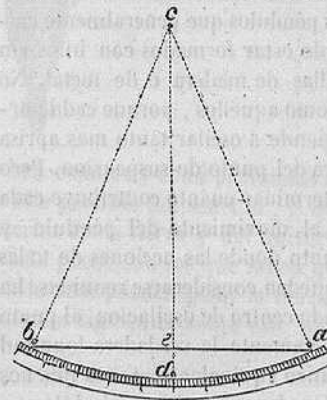
No hay duda que desde siglos se han movido los hombres

absolutamente como ahora, y por consiguiente han tenido ocasion de considerar este movimiento. Efectivamente, no pudo ocultarse á su observacion cierta uniformidad en la sucesion de este movimiento; y ya en tiempos remotos la utilizaron como la medida mas adecuada del tiempo y del espacio. Pero que fuera posible, mediante la abstraccion de las irregularidades procedentes de la influencia arbitraria y variable de los músculos, hallar en este movimiento la mas exacta medida del tiempo, á nadie le habia ocurrido. Hasta en tiempos mas modernos no se acertó á conocerla y definirla con precision, á descubrir la ley de su relacion con el tiempo, y aplicarla oportunamente. Eliminóse el movimiento muscular, y fijóse el punto de suspension; y el péndulo, libremente suspendido, quedó corriente, como lo vemos en los relojes. Aqui no obra mas fuerza que la gravedad, que tiende á restituirle la posicion de equilibrio de que le desvió un impulso inicial.

Nuestras consideraciones se encaminan al mismo término que mi córrida cuesta abajo que las ha promovido. De la marcha del hombre hemos venido á parar á la medida del tiempo y al péndulo. Continuemos siguiendo el mismo camino, y nos conducirá otra vez á tierra firme.

Galileo era aun niño, cuando observó un dia casualmente, en la catedral de Pisa, las oscilaciones de una lámpara suspendida de la nave, sorprendiéndole la uniforme reproduccion del mismo movimiento y su duracion constante. No se necesitó mas para despertar su génio; y la observacion de un niño fué el origen de grandes descubrimientos. La lámpara se transformó en una esfera metálica; la cuerda, de que estaba suspendida, en un hilo fino y flexible; y el hombre entró en posesion del péndulo y de las leyes importantes de su movimiento.

Para nosotros es el hecho ya mas sencillo. Sabemos que solo la gravedad es la fuerza motriz del péndulo, cuyo movimiento es, por consiguiente, de descenso. Sabemos que todo cuerpo suspendido de un punto en torno del cual puede moverse, y que no coincide en una misma vertical con el centro de gravedad, tiende constantemente á tomar aquella posicion en que el centro de gravedad está lo mas bajo posible. Llevado de su posicion de equilibrio $c d$, á la $c a$, cae el péndulo volviendo á $c d$, y adquiere, en virtud de la fuerza aceleratriz de la gravedad, un impulso que lo lleva mas allá, hasta $c b$; y entonces empieza de nuevo á caer, yendo y viniendo, hasta que los obstáculos á su movimiento, esto es, la rigidez del hilo ó varilla, y la resistencia



del aire, lo vuelven al estado de reposo. Si no hubiésemos elevado el péndulo hasta $c a$, sino hasta la mitad, supongamos, tampoco hubiera sido mas que la mitad la fuerza aceleratriz de su descenso, y la mitad del camino hubiera sido recorrido con la mitad de la velocidad en el mismo tiempo que antes el todo. Esta igual duracion de las pequeñas oscilaciones es cabalmente la que Galileo fué el primero en observar, y que mas tarde condujo á la aplicacion del péndulo á los relojes. Sin embargo, no es rigurosamente exacta, pues la fuerza aceleratriz no crece proporcionalmente al arco $a d$ del descenso, sino á su seno $a e$; pero esta diferencia es tan sumamente diminuta para arcos pequeños, que no hay

necesidad de tomarla en consideracion. Por lo tanto admitiremos, sin restriccion, que las oscilaciones del péndulo se suceden todas en tiempos iguales.

Pero, antes de pasar á la aplicacion del péndulo como medida del tiempo, debemos examinar si, en virtud de otras circunstancias, tales como la constitucion quimica de su masa, ó la longitud del hilo ó varilla, experimenta perturbaciones en el isocronismo ó igual duracion de sus movimientos. Que ni la materia ni el peso ejercen influencia en el movimiento del péndulo, es una consecuencia evidente de que su fuerza motriz es la pesadez de la tierra, que obra igualmente sobre todas sus pequeñas partes, sean cuales fueren su masa y su densidad; pues las diferencias que esta puede presentar desaparecen, comparadas con la magnitud infinitamente superior de la suya. Todos los cuerpos caen con velocidades iguales. Y nos lo demuestra mejor que el limitado experimento de la caida en el vacío, cuya duracion es escensivamente corta, la observacion, durante horas enteras, de diferentes péndulos de madera, cera, metales, etc.

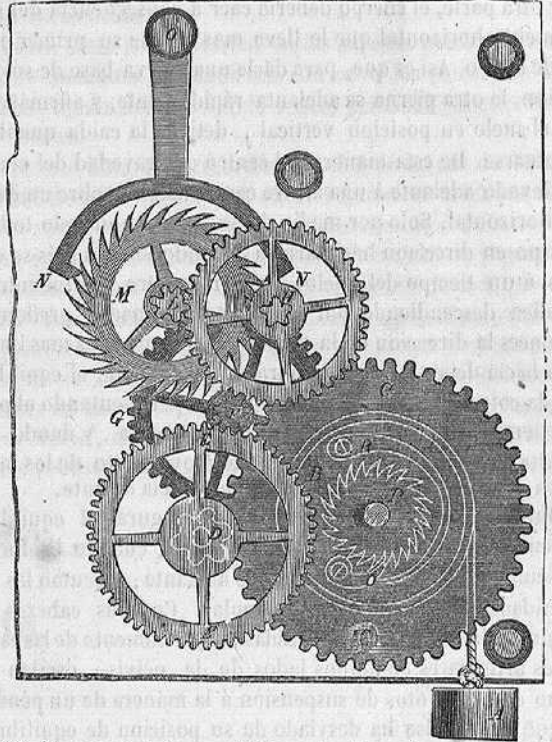
Pero la longitud del péndulo no puede dejar de ejercer influencia en la duracion de la oscilacion. Quanto mas largo es el péndulo, tanto mayor es, para un mismo ángulo de desvío, el arco de la oscilacion, y por lo mismo el espacio corrido por el péndulo en su caida. Por otra parte, el movimiento que consideramos no es uniforme, sino acelerado. La fuerza de gravedad obra continuamente, en cada instante se reproduce su accion y aumenta la velocidad, de manera que los espacios corridos por un cuerpo que cae en diferentes tiempos no guardan ya la relacion sencilla de dichos tiempos, sino la de sus cuadrados. Por eso los arcos de oscilacion de péndulos de diferentes longitudes, ó, por lo dicho antes, las longitudes de los mismos péndulos, son proporcionales á los cuadrados de los tiempos de sus oscilaciones. La inversion de esta proposicion nos conduce á la ley que se enuncia diciendo: que los tiempos de las oscilaciones de los péndulos son entre si como las raices cuadradas de sus longitudes. Así es que, mientras un péndulo de cuatro piés de largo hace una oscilacion, otro de un pié ejecuta dos.

Esta ley debe conducirnos á una consecuencia digna de atencion, relativamente á los péndulos que generalmente empleamos, los que, en lugar de estar formados con hilos sin peso, se componen de varillas de madera ó de metal. No pueden oscilar exactamente como aquellos, porque cada porcion ó seccion de su varilla tiende á oscilar tanto mas aprisa cuanto mas cerca se encuentra del punto de suspension. Pero es posible, por el cálculo, determinar cuánto contribuye cada punto, segun su distancia, al movimiento del péndulo, y encontrar de este modo el punto donde las acciones de todas estas oscilaciones desiguales pueden considerarse reunidas. La distancia de este punto, llamado centro de oscilacion, al punto de suspension representa exactamente la verdadera longitud del péndulo simple ó matemático equivalente. Así es que nos hallamos siempre en disposicion de construir un péndulo en cuyas oscilaciones estén sujetas á una duracion determinada, seu por ejemplo, de un segundo, y que por lo tanto sean apropiadas á la medida del tiempo y para regularizar los relojes.

Ya Galileo utilizó el isocronismo de las pequeñas oscilaciones para medir pequeños tiempos por el número de ellas. Pero Huygens fué el primero en llevar á cabo, en el año 1656, la aplicacion del péndulo á la medida del tiempo, porque lo enlazó con un sistema de ruedas dentadas que, á cada oscilacion del péndulo, adelanta de un diente ó medio, y al mismo tiempo pone en movimiento una aguja que marca el número de las oscilaciones. Mientras el motor aplicado al sistema

de ruedas dentadas actúa para que las oscilaciones no vayan disminuyendo de amplitud ó cesen, el péndulo contiene, mediante la constante duracion de sus oscilaciones, la tendencia del motor al movimiento acelerado. Esta conexion entre el sistema de ruedas en movimiento y el péndulo constituye el reloj que conocemos.

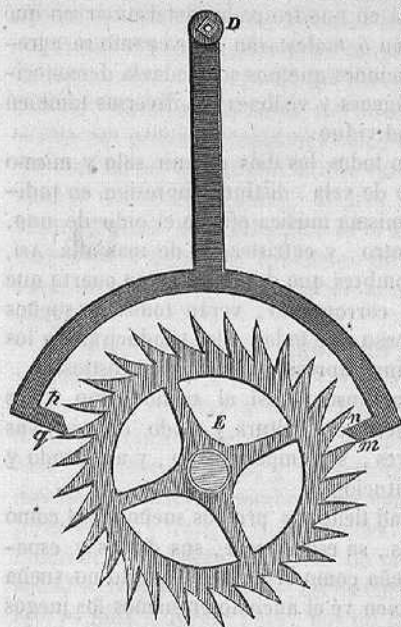
Consideremos ahora el interior del reloj, tal como nos lo descubre la adjunta figura. Vemos la fuerza motriz del sistema de ruedas dentadas en la masa pesada *A*, que, atada al es-



tremo de una cuerda arrollada en la circunferencia del cilindro *B*, en virtud de su tendencia á caer, hace girar el cilindro, y con él la rueda dentada plana *C*, que le está unida, hasta que toda la cuerda se ha desarrollado. Para restablecer la fuerza motriz, cuando ha corrido toda la cuerda, se dá otra vez cuerda al reloj, esto es, se hace girar atrás el cilindro por medio de una llave, arrollando de este modo otra vez la cuerda. Para que todo el sistema de ruedas no tome parte en este movimiento de retroceso, lo que ocasionaria un desconcierto en la marcha del reloj, el torno *B* y la rueda principal *C*, aunque están ajustados á un eje comun, son entre si independientes, cuando el movimiento se efectúa en esta direccion; pero para la direccion contraria, están unidos mutuamente por medio de la rueda *P* de dientes oblicuos, entre los cuales se introduce y es constantemente comprimido por el resorte *R* el cric *O* de la rueda maestra. Los dientes de esta, constantemente impelidos á la rotacion por el contrapeso, engranan con las alas del piñon *D*, y ponen así en movimiento la rueda *E* sujeta al mismo eje. Los dientes de la rueda *E* engranan mas allá con las alas del piñon *F*, haciendo girar la rueda *G*, cuyos dientes engranan á su vez con las alas de *H*, haciendo girar la rueda *K* que con él vá unida. Finalmente, esta comunica el movimiento al piñon *L* y á su rueda *M* de dientes oblicuos, que constituye el último órgano del sistema de ruedas, y el que está animado de mayor velocidad.

El movimiento de esta rueda, no mediando otro obstáculo mas que los varios rozamientos, por otra parte inevitables, seria extraordinariamente rápido, y acelerado además, porque el peso *A*, con su velocidad de descenso siempre creciente, tiende á desarrollar la cuerda. Para obtener pues una marcha

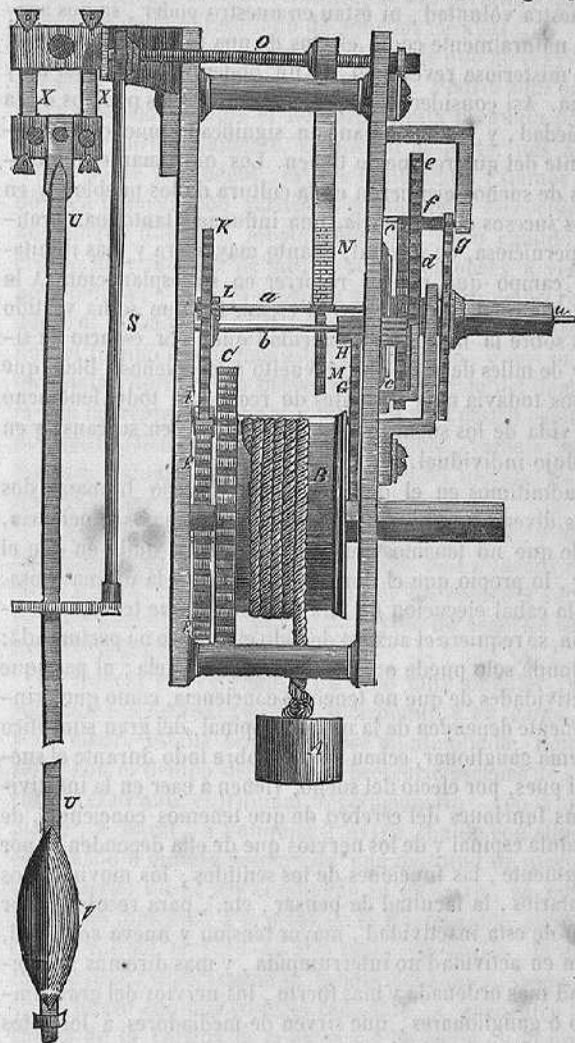
uniforme, es indispensable un regulador, que el péndulo proporcione del modo mas adecuado con la igual duracion de sus oscilaciones. Solo es menester buscar el medio de relacionarlo



con la marcha de las ruedas. Esto se consigue por medio del áncora *N*, enlazada con el péndulo á quien acompaña en sus oscilaciones, y cuyos extremos introduciéndose alternativamente entre los dientes de la rueda *M*, enfrenan su movimiento. Mediante la disposicion que está especialmente destinada á representar la figura, los dientes de la rueda *E*, llamada de escape, vienen constantemente á apoyarse en una oscilacion del péndulo contra la super-

ficie inferior *m* de uno de los brazos del áncora, y en la otra contra la superficie superior *p* del brazo opuesto, de modo que á cada oscilacion, el movimiento de rotacion de la rueda se encuentra por un momento detenido, y no puede dar una vuelta entera, sin que cada uno de los dientes haya estado en contacto con cada uno de los brazos del áncora, y por consiguiente, sin que haya transcurrido un número de oscilaciones duplo del de los dientes de la rueda. De este modo, no solo queda asegurado el constante movimiento del péndulo, si que tambien determinado con la mayor exactitud el tiempo de revolucion de la rueda de escape, como igualmente el de todas las demás del sistema. La longitud del péndulo y el número de dientes son datos que dependen reciprocamente uno de otro. Si la duracion de una oscilacion es exactamente de un segundo, se dan 50 dientes á la rueda de escape, para que cumpla su revolucion en 60 oscilaciones. Su eje *a*, prolongado al través del cuadrante, lleva entonces el indicador de segundos. El mismo eje lleva tambien, en un cilindro hueco, el minuterio, que recibe su movimiento del piñon saliente *H*, que engrana con los dientes de la rueda *c*, sujeta al cilindro. A un segundo cilindro hueco está ajustado el indicador de las horas, el cual recibe su movimiento por medio de la rueda *g*, con cuyos dientes engrana el piñon *f*, de la rueda grande *e*, que á su vez es impulsada por otra rueda *d*, ajustada al primer cilindro.

Pocos siglos atrás era el reloj exclusivamente el regalo de un magnate. Ahora este monumento del arte del siglo decimoséptimo se encuentra en la choza mas humilde. Es tan familiar y tan simpático el suave compás del péndulo, son tantos y tan gratos los recuerdos que despierta el viejo reloj de pared que la abuela consultaba desde el hogar, que los nietos no pueden menos de considerarlo con cierto respeto mezclado de melancólicos presentimientos. Y sin embargo, pocos



saben cuántas y cuán profundas maravillas están ocultas aun en este péndulo tan sencillo, y qué importantes secretos del interior de la tierra y del universo entero puede revelarnos. ¡Cuán pocos son los que saben que tienen en él una balanza con la cual pueden pesar la tierra! Esto será el objeto de los artículos siguientes sobre este punto.

Antonio Rave.

Los sueños.

por Fr. Friedrich.

«Cual flores del cielo ván revoloteando á menudo los sueños por la noche; y cuando amanece, apenas nos queda un ténue vapor que nos indique su paso.» — Así habla de los sueños Juan Pablo Richter. Mas no siempre nos ciñe las sienes de flores del cielo este hijo del sueño; puesto que con mayor frecuencia todavia se nos presenta como trasgo ó duende embrollon, solapado y malicioso, que nos matraquea con su cambiante y mentirosa vestidura. Unas veces

nos brinda con placeres y aguinaldos; pero cuando alargamos las manos tras ellos, se aleja con una carcajada y desaparece; otras veces se nos acerca todo grave y enlutado, y nos llena el desvalido corazon de angustia y dolor; y por mas que al despertar nos digamos: no fué mas que un sueño; quedamos con todo un rastro de angustia y dolor que dura algunas horas, y á veces dias enteros.

Los sueños no los tenemos en nuestro poder. Verdad es

que sabemos que solemos soñar cuando dormimos; pero no está en nuestra mano presentir qué imágenes nos presentará el dios del sueño. Bien así como muchas veces, en medio de la vida mas placentera, se nos llena el corazón de zozobra y desconsuelo, asimismo nos saca á veces tambien de una vida triste y angustiosa para llevarnos á una region alegre y risueña, donde damos al olvido todos nuestros cuidados y sinsabores. Pero por lo mismo que los sueños no dependen de nuestra voluntad, ni están en nuestro poder, se nos aparecen naturalmente como efectos de una influencia superior, como misteriosa revelacion de un poder que nos está muy encima. Así consideraban los sueños todos los pueblos de la antigüedad, y les atribuian un significado mucho mas importante del que realmente tienen. Los oniromantes ó intérpretes de sueños ejercieron en la cultura de los pueblos, y en ciertos sucesos de la historia, una influencia tanto mas grande y perniciosa, en general, cuanto mayor era y mas ilimitado el campo que podian recorrer en su esplanacion. A la psicología moderna debemos la escasa luz que se ha vertido ahora sobre la misteriosa oscuridad que, por espacio de siglos y de miles de años, ha envuelto á los sueños; bien que estamos todavia muy distantes de reconocer todo fenómeno de la vida de los sueños en su nacimiento, en su causa y en su influjo individual.

Si admitimos en el organismo del cuerpo humano dos causas diversas de actividad, la de que tenemos conciencia, y la de que no tenemos conciencia, no cabe duda en que el soñar, lo propio que el dormir, pertenece á la última causa. Para la cabal ejecucion de la actividad de que tenemos conciencia, se requiere el auxilio de todo el cerebro no perturbado; por donde solo puede ocurrir en estado de vela; al paso que las actividades de que no tenemos conciencia, como que principalmente dependen de la médula espinal, del gran simpático ó sistema ganglionar, echan á volar sobre todo durante el sueño. Si pues, por efecto del sueño, vienen á caer en la inactividad las funciones del cerebro de que tenemos conciencia, de la médula espinal y de los nervios que de ella dependen, y por consiguiente, las funciones de los sentidos, los movimientos voluntarios, la facultad de pensar, etc., para recobrar, por medio de esta inactividad, mayor tension y nueva actividad, siguen en actividad no interrumpida, y mas diremos, en actividad mas ordenada y mas fuerte, los nervios del gran simpático ó ganglionares, que sirven de mediadores á los actos vitales referentes á la duracion orgánica del cuerpo, tales como el latir del corazón, el respirar, los movimientos del estómago y de los intestinos.

Es evidente que siguen activas, hasta en el sueño mas profundo, las facultades del alma enlazadas con aquellas partes de los nervios, tales como la concupiscencia, la memoria, la imaginacion, etc. Las actividades de estas facultades del alma producidas por los nervios ganglionares forman el sueño ó los sueños; y aqui se funda todo el origen misterioso de los mismos. Este nacimiento de los sueños lo abonan todas sus propiedades: así en su nacimiento como en su forma, son independientes de la voluntad inmediata del hombre, y se revelan, en la esposicion de las impresiones recibidas, de un modo que les es enteramente peculiar, y muy distinto del proceder de la psique en vela. Todo su imperio se reduce á imágenes y alegorias.

Conocido el nacimiento de los sueños, parece que no es imposible influir en el carácter general de los mismos; pero su forma especial seguirá siendo siempre independiente de nuestra voluntad; mientras no conozcamos perfectamente en todos sus pormenores la exacta conexión de los nervios y de sus funciones relativas al espíritu, esto es, la conexión en-

tre el espíritu y la materia. Mediante una opresión en el pecho, ó colocando simplemente los brazos encima de la cabeza, podemos evocar con bastante certeza sueños angustiosos y pesados; pero no está en nuestro poder determinar en qué forma se nos presentarán ó molestarán; por cuanto se agregan á esto varias condiciones que nos son todavia desconocidas, y además las imágenes y visiones son diversas tambien segun el carácter del individuo.

¿No estamos viendo todos los dias que un solo y mismo objeto hace, en estado de vela, distinta impresion en individuos diferentes? La misma música ofende el oído de uno, al paso que deleita á otro, y entristece al de mas allá. Así, por ejemplo, varios hombres que duermen en un cuarto que tenga el aire viciado y corrompido, verán todos en sueños visiones distintas, al paso que todas ellas producirán en los que estén durmiendo una impresion pesada y angustiosa.

Todo individuo lleva consigo, así al sueño como á los sueños, su grado especial de cultura y modo de ver, sus disposiciones particulares, su temperamento, y ante todo y naturalmente su constitucion.

Así es como cada edad tiene sus propios sueños, así como tiene sus propias ideas, su esperiencia, sus deseos y esperanzas. El jóven no sueña como el niño, el adulto no sueña como el anciano. Y si bien vé el anciano en sueños los juegos y los lugares de su infancia, no hay para que extrañarlo, por cuanto tambien en vela se complacen los pensamientos del anciano en los pensiles de su juventud. Acabóse el obrar y el agitarse de su vida, y la esperanza no le muestra mas que un corto trecho que remata en el cercano sepulcro. En tal estado, le lleva la memoria otra vez al tiempo en que era tan feliz, á los dias de su niñez. Ya dijo Grabbe: «La memoria no es mas que ceniza del castillo devorado por las llamas;» pero los escombros del hermoso castillo de nuestra juventud están romántica y poéticamente vestidos de yedra y de fresca yerba.

Dependiendo los sueños de la actividad de los nervios ganglionares, es obvio que toda influencia que obre en los nervios ha de obrar al propio tiempo en los sueños y en las visiones. Así lo demuestra la propia esperiencia en miles y miles de casos. Cuando la actividad de los nervios ganglionares se vé estorbada por algun impedimento, suelen ser los sueños pesados y molestos. Si la circulacion de la sangre está retardada por alguna causa, quizás por una opresión en una de las venas principales; si la respiracion se vuelve dificultosa, por ser el aire corrompido y escaso de oxígeno; si los movimientos del estómago y de los intestinos están paralizados por manjares de difícil digestion, deberán espresarse todos estos desórdenes por medio de sueños pesados y congojosos. El que tenga la mala costumbre de colocar, cuando está durmiendo, los brazos encima de la cabeza, tendrá regularmente, en esta posicion, sueños pesados, por cuanto, con tal posicion, se aprieta el pecho y se desordena la circulacion de la sangre. Y tan pronto como otra persona coloque los brazos del dormido en su posicion natural, con lo cual recobra la sangre su libre curso, cesarán las pesadillas. El descansar con un brazo sobre el pecho ó el estómago puede ocasionar asimismo pesadillas y congojas.

El comer demasiado poco antes de acostarse, ó la cena muy cargada, producen, por consecuencia natural, segun sabe cada cual por propia esperiencia, un sueño inquieto, desordenado, y sueños pesados. Cuando la actividad de los nervios ganglionares está desordenada por enfermedades particulares, toman tambien los sueños aquel estado mórbido; y las fantasías, las visiones y el delirio de muchas enfermedades, lo propio que el sonambulismo, no son mas que

sueños mórbidos, una actividad exaltada del sistema ganglionar.

Pero cuando todas las funciones de nuestro organismo siguen, durante el sueño, su curso regular y sin impedimento; cuando la circulación de la sangre está expedita, y libre la respiración; cuando las funciones de la nutrición no están desordenadas, entonces son los sueños ligeros, silfideos, y solo nos presentan imágenes halagüeñas, divertidas y cambiantes. De ahí es que con mucha razón podemos inferir que, cuanto mas extravagantes, alegres y cambiantes sean los sueños, tanto mas saludable es el sueño, tanto mas ordenadas están todas las funciones de nuestro organismo, y tanto mas restaurados y fortalecidos nos hallamos despues del sueño.

Los sueños pesados y angustiosos, y hasta los tranquilos y juiciosos, que nos trasladan completamente á la vida real, y nos hacen ejecutar á veces árduos trabajos intelectuales, dejan constantemente, á la despertada, cansancio y postración, la cabeza pesada, y las facultades intelectuales adormecidas. Ha habido hombres que componian en sueños mejores versos y trabajos intelectuales mas profundos que estando en vela; pero, despues de tales trabajos, realmente soñados, estaban rendidos, así de cuerpo como de espíritu. Y esto es muy natural; pues, por un lado, no reciben con esto las facultades del espíritu, esforzadas por la vela, descanso ni reparación; y por otro lado, son los esfuerzos intelectuales en el sueño un estado mórbido, que procede del desorden ó sobre-estimación de algunos nervios ganglionares.

Cuando es evocada la disposición general á los sueños, principalmente por los nervios ganglionares, por el estado del cuerpo, es posible que las influencias esternas den á nuestros sueños una forma particular, y permanente en cuanto á su efecto. El ruido de un coche que pase corriendo por la calle, y que oímos durmiendo, sin tener conciencia de él, puede ser una causa suficiente para que el sueño bilvane del mismo una historieta particular. Nos figuramos quizás estar sentados en el coche, sentimos su agradable balance, mientras vá rodando sobre la fresca yerba; nos dá el sol con sus tibios rayos; todo está dispuesto para hacernos aquel paseo tan ameno como cabe, y nos gozamos sin tasa. Así soñamos cuando estamos sanos de cuerpo, cuando la sangre corre ligera y sin estorbo por las venas. Pero el mismo rodar del coche por la calle puede evocar, cuando estamos indispuestos, ó cuando la circulación de la sangre está desordenada por alguna causa, por una mala posición, etc., otro sueño muy diverso. También nos figuramos estar sentados en el coche: los caballos siguen andando, pero luego se desbocan; tratamos de detenerlos, pero se nos rompen las riendas en las manos, y sigue el coche su veloz carrera. Vamos á volcar por instantes; con mortal congoja queremos probar de salvarnos dando un salto; pero los miembros nos niegan este servicio. Siempre mas desbocados, siguen los caballos su carrera; crece nuestra angustia; cuando allá se abre un abismo, y nos precipitamos en una sima sin fondo. Entonces despertamos. Todavía está la imagen espantosa demasiado patente ante nuestra alma para que podamos conocer desde luego que no fué aquello mas que un sueño. Finalmente se nos presenta la realidad; pero la excitación íntima no desaparece tan pronto; sentimos el frío del sudor de la angustia, y late el pulso acelerado y febril.

La inocente picada de una aguja ó de un insecto, que sentimos sin tener conciencia de lo mismo, puede dar margen á que soñemos con asesinos y salteadores, y á que creamos sentir realmente la puñalada que nos clavan en el pecho. Así es como otros mil pequeños accidentes momentáneos, que

se enlazan con el estado del cuerpo del que está durmiendo, pueden influir determinadamente en el nacimiento y la forma de los sueños. Hasta podemos evocar en el dormido, por medio del contacto, de la opresión, y aun por medio del cuchicheo, determinados sueños. El frenólogo Scheve pretende haber provocado sueños tocando simplemente las partes correspondientes del cráneo. Pero mientras siga careciendo la frenología de base científica, se nos permitirá que pongamos en duda el resultado de aquellos ensayos.

Los sueños son una prueba evidente de que no cesa la vida del alma mientras estamos durmiendo. Podría aquí preguntarse si sueña siempre el hombre. A esta pregunta podemos contestar afirmativamente. El que al despertar nos acordemos ó nó de los sueños, esto es indiferente. Estamos soñando toda la noche con rarisimas escepciones, escepciones que no ocurren nunca en muchos hombres. Pero cuando está el cuerpo muy rendido de fatiga, sucede entonces á veces que no soñamos; y esto lo sabemos por el hecho de no recordar nosotros mismos al despertar, despues de un larguísimo sueño, el tiempo que hemos estado durmiendo, y nos imaginamos haber dormido un breve rato. La medida del tiempo nos la dan las representaciones y las ideas de nuestro espíritu; y en cuanto faltan aquellas representaciones, viene á faltarnos también naturalmente toda conciencia del tiempo. Este dormir sin soñar es profundo y restaurador.

Que sueñan los niños, no cabe ninguna duda; y hasta la actividad de su espíritu en vela es poco mas ó menos una vida de sueños. No es menos cierto que los animales sueñan; y ya hace tiempo que la ciencia ha dejado de negarles toda actividad de inteligencia.

El francés Maury cuenta un caso muy singular, y es el siguiente: «Estaba yo algo indispuerto y en cama, dice, y mi madre estaba sentada sobre mi almohada. Empiezo á soñar con el tiempo del terror, presencio escenas de sangre, comparezco ante el tribunal revolucionario, veo á Robespierre, á Marat, á Fouquier-Tinville, hablo con ellos, soy condenado á muerte despues de una multitud de sucesos que no recuerdo bien; soy conducido en un carro, en medio de un gentío inmenso, á la plaza de la Revolución, subo al cadalso, me ata el verdugo á la tabla, la vuelca, la cuchilla cae, y siento separármeme la cabeza del tronco. Despierto en aquel punto con una congoja indecible, y encuentro que la varilla de la cortina de la cama me ha caído en la nuca; lo que habia sucedido, segun me aseguró mi madre, en el momento en que desperté.» Aunque no se deja conocer con certeza por este caso, si la caída de la varilla de la cortina en el mismo instante en que en sueños cayó la cuchilla fué un accidente, ó si el sueño, en el presentimiento de que iba á caer la varilla, se habia ido desenvolviendo de aquel modo, podrían citarse otros muchos ejemplos análogos que demuestran que los efectos de los objetos esternos en los sueños son tan sutiles, que están fuera de nuestro alcance. También en estado sonámbulo, el cual no viene á ser otra cosa mas que una vida de sueños mórbidamente exaltada, les es dado á algunas personas echar una mirada al porvenir, y preverlo por causas que nos son desconocidas. Casi parece por demás admitir que también en tales sueños veedores, al igual que en el estado sonámbulo, se verifica una conexión natural con el objeto vaticinado; pero como no podemos conocer ni la influencia ni la conexión, de ahí el que tantas gentes se inclinen á ver en este fenómeno un efecto sobrenatural de un poder mas alto.

Los sueños son una cosa naturalísima, son los fenómenos naturales de la vida sana; á lo sumo pudiéramos llamarlos poesías de la vida. «Son los sueños, dice Novalis, una

arma defensiva contra los hábitos y la monotonía de la vida, un solaz de la fantasía maniatada, en que arroja, allá revueltas unas con otras, todas las imágenes de la vida, interrumpiendo la constante seriedad del hombre con alegres juegos de niños. Sin los sueños, envejeceríamos mas pronto; y por lo mismo podemos considerarlos, sino como procedentes inmediatamente de lo alto, como un don divino al menos, como un amable acompañante de nuestra peregrinación al sepulcro. » Bien así como fortalece el dormir los miembros cansados, allanan asimismo los sueños todas las desigualdades del espíritu. Cuando las funciones de que tenemos conciencia se han mantenido tirantes todo el día, y, por consiguiente, están cansadas, necesitan forzosamente descanso para reponerse; y ellas se fortalecen cabalmente por el hecho de mantenerse activas las funciones del espíritu que les son contrapuestas, esto es, aquellas de que no tenemos conciencia. También estando en vela, reponemos nuestro espíritu del mismo modo; pues, en estando rendidos por el pensar penetrante y seguido, si bien no podemos ponerle en completa inactividad, por cuanto los nervios del cerebro están en actividad constante, por no cesar nunca el cambio de materia, podemos dar no obstante libre carrera á nuestros pensamientos, esto es, nos abstenemos, en cuanto cabe, de todo juicio y de toda conclusión, dejamos que los nervios ganglionares ejerzan su influencia; permitimos que se nos presenten á su antojo las imágenes delante del espíritu; y no intervenimos ni en su formación ni en su figura. Casi venimos á soñar en vela.

Parécense mucho á este estado de ensueños, durante la vela, las imágenes que se nos presentan cuando dormitamos ó estamos medio dormidos; y no son otra cosa mas que imágenes de ensueños, que algunos tienen la felicidad de evocar a su gusto, cuando están medio dormidos. Quien mas, quien menos, todos conocemos estas imágenes. Al principio nos remedan la realidad; pero pronto surge acá y acullá una figura rara y extravagante. Estas figuras van redoblando, y la escena se vuelve mas y mas inconexa, mas y mas fantástica. Muchas veces tenemos todavía conciencia de que es una cosa rara la que se nos pone delante; pero luego despertamos, y desaparecen de repente aquellas estrañas figuras como lejanos grupos nebulosos. Pero con mas frecuencia pasamos de este estado de dormitar al sueño completo: en este caso, las imágenes se vuelven mas abigarradas y fantásticas; y ya caminamos realmente en la region de las hadas. Las mismas imágenes se nos presentan tambien á menudo por la mañana despues de despertar, antes que la realidad, amarga á veces, se nos ponga á la fuerza delante, viniendo á ser el crepúsculo del día del espíritu.

Los mas de los sueños se fundan en el sentido de la vista y en el del oído, por ser estos dos sentidos los mas espuestos á influencias esternas. Pero tambien obran á veces los otros sentidos en el sueño, especialmente el del tacto. Cabe que sea el sueño tan vivo, que hasta queden afectados los nervios motores, y se pongan en actividad. El cantar y el hablar en sueños es ocurrencia muy comun; y hasta contestan muchos á las preguntas que, en este caso, se les dirigen. Bastante conocido es el obrar en sueños de los sonámbulos; y este fenómeno es una consecuencia mórbida de la irritación estreñida de los nervios ganglionares.

No negaremos que los sueños, con su independencia de la voluntad del hombre, y mas aun por sus figuras fantásticas y sus relaciones con la vida y la realidad, afectan un carácter recóndito y misterioso. Pero téngase presente que solo es misterioso, porque no podemos reconocer en todos los casos las causas de su nacimiento y formación. Solo fanáticos é impostores se han utilizado en todos tiempos del sueño para promover los intereses, ya propios, ya ajenos. Los intérpretes de sueños de tiempos antiguos sabian aplicar á este fenómeno un significado misterioso, y á su explicación un significado mas misterioso todavía. Cuando los tales intérpretes eran astutos, sacaban sus esposiciones de los pensamientos, de la vida y de los deseos del individuo que habia soñado; pero los fanáticos torpes daban una explicación tan fantástica y desatinada como los mismos sueños. El que les daba crédito quedaba engañado; y lo propio sucede en el día.

No tratamos de negar que ocurren sueños admirables, y que el sonambulismo nos causa á veces un asombro inexplicable. Casos hay en que los sueños nos revelan el porvenir; pero esto solo es posible en cierta referencia y bajo relaciones muy fijas y determinadas. Seria una locura querer rechazar la fuerza prevenida de los sueños sobre el espacio y el tiempo, así como el quererla separar de todas las causas naturales. Pero no es menos locura admitir en tales casos la fuerza prevenida de los sueños, cuando no hay relación ni enlace entre el soñador y el objeto previsto.

Las impresiones evocadas y formadas por los sueños son á menudo de especie mas fina y delicada que las que recibimos estando en vela. Lo que, estando en vela, deja de afectarnos, provoca muchas veces, estando dormidos, determinados sueños. Cuando prevemos algo en sueños, es porque hemos sentido la impresión de la causa, de la que se hilvanó el sueño; y de aquella causa dedujo el sueño el efecto que nos mostró en la imagen, como lo hacemos tambien en estado de vela. Así pues, no tiene nada de estraño que presintamos en sueños vernos acometidos de una enfermedad; pues la causa de este presentimiento, que estaba ya en nosotros, fué la que evocó la aparición de la enfermedad. Pero el dar valor á sueños del número que ha de ganar el premio mayor de la lotería es una ridiculez.

Con verdad dice el antiguo refrán: « Los sueños son espuma (1). » Quien edifica sobre sueños, y ata á ellos su esperanza, levanta seguramente un castillo en el aire, castillo que se viene abajo al menor soplo de una despertada racional. Amables y hermosos son los sueños, como compañeros del sueño, como manantial refrescante en que se corrobora el espíritu; pero los sueños son propios del dormir y de la noche; al paso que el día está destinado para la vida de conciencia. « La vida no es sueño, » dice Ernesto de Feuchtersleben, al revés de nuestro Calderón; « si se convierte en sueño, es por culpa del hombre, cuya alma desoye la llamada que le despierta. »

Antonio Bergnes de las Casas.

(1) Refran alemán, donde ambos sustantivos son consonantes: *Träume sind Sechäume*.

Del cambio de materia entre el reino animal y el vegetal por medio de la atmósfera.

por Brenner.

Pocos de los grandes y generales fenómenos que se verifican en nuestro planeta son tan completamente conocidos por el saber humano, pocos son tan á propósito para alumbrarnos el laboratorio de la naturaleza, como el cambio de materia que se efectúa incesantemente y en todas partes entre los reinos animal y vegetal.

Es sabido que la respiracion es la funcion vital por cuyo medio el organismo se desembara de moléculas elementales que le han pertenecido, arrojándolas en la atmósfera, combinadas, en forma de gas, con el oxígeno del aire que ha inspirado. No es menos sabido que, para suplir la pérdida de esa materia continuamente espelida, introduce, por medio de la nutricion, otra de la misma especie, para transformarla y asimilársela.

Vemos, pues, que estas dos funciones, respiracion y nutricion, se equilibran siempre en los seres organizados. La una restituye al cuerpo lo que la otra le quita. Cuando no sucede así, camina el sér hácia la muerte. Este constante manantial de pérdidas producido por la respiracion es causa de una consuncion general, que, segun naturalmente se desprende, ocurre primero en los órganos donde el cambio de materia es mas activo, y despues en aquellos donde lo es menos. La muerte ocasionada de este modo es tanto mas lenta, cuanto que los órganos que poseen mayor fuerza vital, y oponen mas resistencia á tal disolucion, son por lo general los mas nobles. La pérdida resultante de la consuncion del cuerpo corresponde exactamente, en peso, á la cantidad de materia espelida por la respiracion y por sus congéneres, la exhalacion cutánea y la secrecion renal.

Es imposible, por tanto, en todo organismo la respiracion sin la nutricion, y á la inversa, parece que la nutricion no puede existir sin la respiracion. Porque, si la agregacion constante que se verifica por medio de la nutricion no fuese acompañada con alguna pérdida ocasionada por la respiracion, no se comprenderia cómo podrian ser elaboradas y retenidas en el organismo las materias nuevamente introducidas en él. Sucede realmente así en aquellos seres cuyos elementos están sujetos á trasposicion y cambios continuos, y que constan de partes y de miembros en número y tamaño determinados; es decir, en los animales.

Supongamos ahora seres cuyos elementos no estén sujetos á dicho cambio, ni sus partes estén tampoco relacionadas por el número y tamaño: parece evidente que la nutricion podria continuar en ellos sin la simultaneidad de la respiracion; porque los materiales sucesivamente adquiridos servirian para formar nuevos órganos, pudiendo tambien acrecentar la masa de los ya existentes. Quedando justificada por las leyes fundamentales de la razon la admision de tales seres, es indudable que deben encontrarse por precision en la naturaleza. Todas las consecuencias inmediatas que deducimos de las leyes de aquella, todas las combinaciones que podemos formar con estas, son tambien constantemente realizadas y presentadas por algun sér natural. Así ha podido suceder que un naturalista haya presumido la existencia de un género animal desconocido, y que su descubrimiento ulterior haya confirmado

cuanto habia sido predicho. La observacion de que la ley fundamental de la perfeccion gradual de los seres parecia sufrir una escepcion en la série de géneros animales á que aquel pertenecia, puesto que la clasificacion ofrecia un vacío en el sitio que dicho género ocupó despues de su descubrimiento, le habrá conducido á hacer tal vaticinio. Ha sido tambien posible á la inteligencia humana descubrir cuerpos celestes, fijar, por ejemplo, su tamaño, el tiempo de su revolucion y su órbita, antes que fuera demostrada su existencia por medio del telescopio. Aun mas, cuerpos obtenidos por químicos en los laboratorios, y considerados como nuevos, no son realmente nuevos; porque la naturaleza puede presentarlos tambien á cada momento bajo diversas combinaciones, fuera del laboratorio donde preside el arte.

De este modo hallamos lógico que la naturaleza ofrezca seres organizados en los que pueda verificarse constantemente la nutricion sin ir acompañada de la respiracion. Esto ocurre en todo el vasto reino vegetal. Dos razones indicadas ya, existen para hacer ver que es posible semejante organizacion.

La vida de los órganos vegetales no consiste en aquella activa trasposicion y cambio de materia que hay en la economía animal; las materias apropiadas por el vegetal permanecen inmóviles y fijas, mientras que en el cuerpo del animal están sujetas á continua renovacion. La espulsion de sustancias escrementicias, que se verifica tambien en las plantas, no es ninguna derogacion; porque sus materiales nunca estuvieron sujetos por lazos orgánicos, sino que atravesaron accidentalmente el organismo.

El número y tamaño de las distintas partes de los vegetales no son por consiguiente rigurosamente limitados; no ha lugar en ellos una relacion marcada como en el sér animal. Este presenta, por ejemplo, un hígado, dos pulmones, dos ojos, dos brazos; el vegetal mas perfecto posible tiene muchas ramas, muchas hojas, flores, etc. Los órganos de la reproduccion son los únicos que en la planta están subordinados á una relacion fija en cuanto al número.

El reino inorgánico es el manantial esclusivo de donde los vegetales sacan su alimento. La mayor parte de la materia que absorben la reciben de la atmósfera; ciertas bases y óxidos metálicos, que encuentran á su paso por el interior de la planta, algunos ácidos orgánicos, con los cuales se combinan formando sales, son extraídos de la tierra, sirviendo el agua de medio conductor. El reino animal se alimenta y renueva á espensas del orgánico únicamente. Las materias inútiles, que espele del organismo á beneficio de la respiracion y de las secreciones, las restituye, sin embargo, directamente al reino inorgánico; y este, obrando por acciones químicas, y en especial por la del oxígeno, gasta constantemente la vida de los animales. De este modo, las plantas reciben de nuevo los elementos que han pasado del reino animal al inorgánico, y las entregan á su vez al primero; resultando así la gran rotacion ó círculo de la materia por los tres reinos de la naturaleza: rotacion que depende de la reciprocidad, y sin la cual seria inevitable una pronta bancarrota en la economía de la naturaleza.

Este grandioso mecanismo, que se conserva aun en las revoluciones mas espantosas de la naturaleza, se mantiene por sí mismo, en virtud de las sapientísimas leyes impuestas por el Criador. Ann cuando todos los bosques de América fuesen consumidos por el fuego, aun cuando el Océano se tragara todos los continentes, y cuanto existe en nuestro globo fuese convertido en inorgánico, cual era en la creacion de los antiquísimos tiempos primitivos, la ley permanecería invariable. Toda pérdida está prevista; los ingresos y los gastos se corresponden constantemente, en términos que puede presentarse siempre el balance.

La ciencia no debe dejar ignorar al mundo un orden tan admirable en la naturaleza. Probemos, pues, de seguir el indicado círculo de la materia por los tres reinos.

Las ciencias naturales marchan siempre, en sus investigaciones, por camino inverso del que sigue la naturaleza. Así que, para inquirir la fuente de la nutrición de los vegetales y el modo cómo esta se verifica, partiremos de los últimos productos que podamos obtener del vegetal completamente formado.

Este, conforme nos lo demuestra el resultado de la combustion de cualquier pedazo de madera, consiste, en su mayor parte, en carbono. Pero, si valiéndonos de una fuerte corriente de aire, quemamos tambien el carbon obtenido, quedará entonces solamente un poco de ceniza, que contiene sustancias térreas y metálicas, potasa por ejemplo, originarias del suelo en que vivió la planta. Al quemar un leño, por muy seco que sea, resulta además agua, que vá contenida en vapor en el humo que se eleva, y que podemos ver depositarse en gotitas sobre cuerpos frios y lisos. Esta agua procede justamente del leño mismo, donde los elementos que la forman,

oxígeno é hidrógeno, estaban contenidos, como esenciales que son para la constitucion de la madera.

Por consiguiente, el carbono y el oxígeno é hidrógeno, que, combinándose, forman agua, son los elementos principales de todo vegetal. No solo se compone de dichos tres cuerpos la mayor parte de su masa, por ejemplo, toda la madera y partes leñosas, hojas, corteza, etc., sino que tambien constan de ellos los productos amorfos, depositados á menudo, en gran cantidad, en su interior, como son el azúcar, la goma, el almidon y otros. Estas sustancias contienen, además del carbono, los otros dos elementos, en proporcion exacta, para poder constituir agua, sin que de ninguno sobre nada.

Igual composicion presentan, aunque solo con un poco mas de oxígeno ó de hidrógeno, y á veces tambien sin nada de oxígeno, un gran número de productos vegetales cuya cantidad, empero, es por lo comun minima en cada planta. A estos últimos pertenecen los aceites llamados esenciales, por ejemplo, las esencias de espliego, de tomillo, de menta, de cidra; los aceites grasos, las resinas, etc.

El menor número de partes de las plantas contiene finalmente un cuarto elemento, llamado ázoe. Estas son el glúten y los principios denominados bases orgánicas ó alcalóides; muchas de las cuales tienen propiedades eminentemente venenosas; tales son la veratrina en el heléboro, la estrignina en la nuez vómica, la nicotina en el tabaco, y muchas otras.

En el artículo siguiente demostraremos de donde proceden dichos cuatro elementos, y en qué forma los recibe el reino vegetal.

Antonio Sanchez Comendador.

Cuadros químicos sacados de la vida ordinaria.

por Guillermo Hamm.

I.—EL AIRE QUE RESPIRAMOS.

Altura de la atmósfera; el aire considerado como condicion indispensable para la vida y como uno de los cuatro elementos de los antiguos. — Composicion de la atmósfera. — Oxígeno; su preparacion y propiedades. — Azoe; su obtencion y propiedades. — Proporciones relativas de estos elementos en el aire ordinario; tanto por su naturaleza como por su cantidad, son perfectamente adecuados á las necesidades de los seres vivientes. — Utilidad y necesidad del oxígeno del aire y del ácido carbónico. — Influencia de este último compuesto sobre la vida de las plantas. — Accion perniciosa del mismo sobre los cuerpos animales. — El valle de los muertos en Java. — Importancia del vapor acuoso en el aire; su circulacion continua. — Formacion de la lluvia y del rocío; múltiple utilidad de estos precipitados atmosféricos. — Principios accidentales del aire: Ozona, ácido nítrico y amoníaco. — Vapores que se levantan de la superficie de la tierra, y materias salinas procedentes del agua del mar.

La tierra que habitamos está rodeada de una atmósfera de aire que, segun los datos que posee la ciencia, alcanza una altura de 8 á 9 leguas geográficas por lo menos. Ejerce esta atmósfera sobre la tierra, así como sobre la superficie de las aguas, una presion, que al nivel del mar, equivale á unas 45 libras por pulgada cuadrada. Cuando subimos á montañas muy elevadas, se hace esta presion notablemente menor, y aumenta sensiblemente, si descendemos á las profundas galerías de las minas.

Este aire atmosférico es una de las primeras necesidades de nuestra existencia; continuamente lo estamos inspirando, y no pudiéramos, sin él, vivir un solo instante. Con un movimiento casi incesante se agita, cual las olas del mar, en torno de la tierra, produciendo, segun la blandura ó la fuerza con que corre, los céfiros suaves, los fuertes vientos y los terribles huracanes.

Es el aire, para nosotros, una cosa tan comun, tan indispensable y tan vulgar, que rara vez nos ocurre investigar su

naturaleza, ni aun fijar la atención en él; y sin embargo, ya considerado en sí mismo, ya por su utilidad y aplicaciones, es altamente admirable. Los pueblos de la antigüedad, cuando las ciencias naturales estaban todavía en mantillas, reconocieron, á pesar de la escasez de sus conocimientos, la grande importancia del aire, colocándole entre los que ellos consideraban como los cuatro elementos fundamentales del universo — aire, agua, tierra y fuego.

A pesar del aspecto homogéneo que aparenta, dista mucho el aire de ser un cuerpo simple ó constituido por una sola materia: está, por el contrario, formado de una mezcla de varios cuerpos distintos, cada uno de los cuales se halla en una relación íntima, bella y sabiamente ordenada, con la vida de los animales y de las plantas. Cuatro, á lo menos, son los cuerpos indispensables para su composición, dos de los cuales, el *oxígeno* y el *azoe*, constituyen casi su masa entera, mientras que los dos restantes, el *ácido carbónico* y el *vapor acuoso*, solo forman una pequeñísima parte de la misma.

El *oxígeno* es un aire ó un gas incoloro, sin olor, ni sabor, como el mismo aire atmosférico. Una vela ú otro cuerpo cualquiera en combustión arde en él con un brillo mas intenso, pero se consume tambien con mayor rapidez que en el aire ordinario. También respiran en él los animales con mas libertad, con placer mayor, pero sufren tambien una excitación extraordinaria; acelérase la circulación de la sangre, produciendo un estado febril que, tomando creces, llega á acarrearles la muerte. En oxígeno puro, corriera la vida rápida y fugaz, y consumiérase como una vela vuelta hácia abajo.

Se puede preparar este gas de diversas maneras; pero una de las mas sencillas y mejores consiste en disponer una mezcla de clorato de potasa del comercio y vidrio molido ó arena fina, y calentarla en una redoma ó matraz de vidrio, á la llama de una lámpara de espíritu de vino. Así que la masa empieza á entrar en fusión, se desprende el gas, y llena en poco tiempo la capacidad del aparato. Según de sus propiedades arriba indicadas fácilmente se deduce, no puede reconocerse su presencia con la vista, ni por medio de ninguno de los demás sentidos; pero se descubre con facilidad introduciendo en el

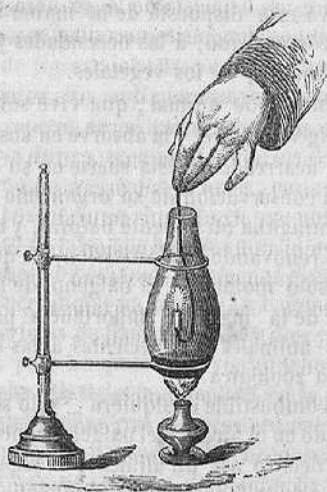


Fig. 1.

frasco una pajuela encendida ó un pedazo de carbon ó de fósforo en ignición al extremo de un alambre (Fig. 1), los que arden entonces desprendiendo un magnífico resplandor. El fósforo particularmente arroja, en su rápida combustión, una luz tan viva y deslumbrante como la del sol. Hasta un alambre de acero candente por un extremo se consume en este gas con vivo desprendimiento de luz, cual si fuera una leve viruta de madera.

El *azoe* es asimismo un aire que, al igual del atmosférico, carece de color, olor y sabor; pero una vela encendida se apaga en él instantáneamente, y en él cesan los animales de respirar. Puede prepararse este gas del modo siguiente: sobre un pedacito de madera que sobrenada en el agua de una vasija de alguna capacidad, se coloca, dentro de un platito ó copela, un pedazo de fósforo; inflámase este por medio de una

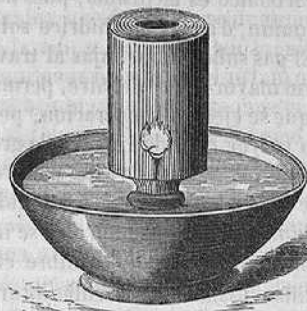


Fig. 2.

pajuela, y se cubre luego con una campana de vidrio ó una botella de boca ancha, de modo que el agua llegue hasta el cuello de la misma (Fig. 2). Cuando el fósforo ha cesado de arder, y la botella se ha enfriado, se tapa dentro del agua y se saca luego. Si introducimos entonces en el frasco una cerilla encendida ú otro cuerpo cualquiera en combustión, se apagan al instante, lo cual



Fig. 5.

indica queso. lo ha quedado en el *azoe* (Fig. 5). En esta operación, el fósforo se apodera del oxígeno del aire que necesita para su combustión, dejando el *azoe* aislado.

El oxígeno es $\frac{1}{9}$ mas pesado, y el *azoe*, por el contrario, $\frac{1}{56}$ mas ligero que el aire ordinario.

El *ácido carbónico* es un gas que, como el *azoe* y el oxígeno, carece de color; pero se diferencia de este en que posee cierto olor, aunque débil, y un sabor notablemente ácido y picante. Introducidos en este gas, cesan de arder los cuerpos en combustión, y de respirar los animales. Es la mitad mas pesado que el aire atmosférico; así que se le puede trasegar tan fácilmente como un líquido de un vaso á otro (Fig. 4). Haciéndole pasar al través de agua de cal, — que se prepara agitando cal viva con agua en

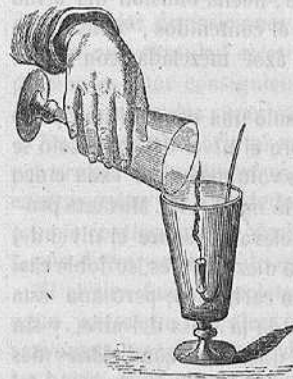


Fig. 4.

una botella, y dejándola en reposo hasta que vuelga el agua á adquirir su transparencia, — esta se enturbia (Fig. 5); lo cual procede de haberse unido el gas con la pequeña porción de cal que se hallaba disuelta en el agua, formando un polvo blanco insoluble, que se vá poco á poco depositando en el fondo del vaso, polvo á que se dá el nombre de carbonato de cal, por presentar una composición idéntica á la de la piedra caliza ordinaria. Al desprendimiento de este gas son debidas únicamente la espuma y las burbujas de las bebidas fermentadas, del Champagne, de las gaseosas y de algunas aguas minerales.

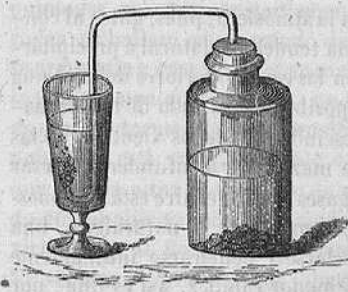


Fig. 5.

La preparacion del ácido carbónico es facilísima, pues basta echar vinagre sobre sosa comun, ó ácido clorhídrico sobre creta ó pedazos de mármol. El gas sube en burbujas al través del liquido, y á causa de su peso mayor que el del aire, permanece en el fondo del vaso en que se ejecuta la operacion; pero á medida que se vá reuniendo mayor cantidad, asciende gradualmente, desalojando el aire que contenia el vaso, y derramándose, al llegar al borde de este, á la manera de un liquido.

Esta subida del gas puede probarse introduciendo en el vaso un alambre con dos velillas fijadas á diferentes alturas (fig. 6); la inferior se apaga, mientras que la otra continúa ardiendo.

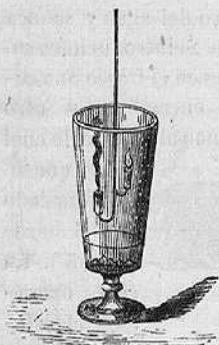


Fig. 6.

Bajo el nombre de *vapor acuoso* se comprende el vapor visible, ó la invisible exhalacion que se desprende de toda superficie de agua al contacto del aire. En tiempo seco, pronto desaparece el agua que se derrama en el suelo, elevándose bajo la forma de vapor invisible, dividida en particillas incommensurablemente pequeñas, que se disipan entre los demás principios de la atmósfera.

Las cuatro materias que acabamos de describir someramente existen en el aire en todos tiempos y en todos lugares, pues todas ellas son indispensables para el sosten de las plantas y de los animales; mas predominan tanto el oxígeno y ázoe sobre las demás partes componentes, que suele decirse que el aire seco está formado únicamente de oxígeno y ázoe en la proporcion de una medida ó volumen del primero, por cuatro medidas ó volúmenes del segundo; ó refiriéndonos á las proporciones ponderables, que dán una idea mas exacta de su constitucion, diremos que el aire, hecha omision del ácido carbónico y del vapor acuoso en él contenidos, consta, en cien partes, de setenta y siete de ázoe mezcladas con veinte y tres de oxígeno.

El ácido carbónico forma tan solo una pequeñísima parte del aire. A la altura ordinaria sobre el nivel del mar, solo se encuentra en la proporcion de dos volúmenes por cada cinco mil de aire, formando $\frac{1}{2,500}$ de la masa total. Mas esta proporcion crece á medida que nos elevamos sobre el nivel del mar; así que á una altura de ocho ó diez mil piés, se dobla casi la cantidad proporcional del ácido carbónico; pero aun esta cantidad es muy pequeña respecto de la masa del aire; y sin embargo, su presencia constituye una de las condiciones mas esenciales para la continuacion de la vida animal y vegetal sobre la superficie de la tierra.

Siendo el ácido carbónico mas pesado que el aire ordinario, parecerá extraño sin duda que vaya creciendo su proporcion á medida que nos elevamos en la atmósfera; pues, antes al contrario, debiera suponersele una tendencia natural á precipitarse sobre la tierra formando en las capas inferiores del aire una atmósfera mortífera, que imposibilitase la vida de los animales y de las plantas. Mas, prescindiendo de los vientos y de las corrientes atmosféricas que mezclan y confunden sin cesar unos con otros los diversos gases de que el aire está compuesto, tienen todos los gases, por una ley de la naturaleza, una tendencia á dilatarse, á mezclarse y penetrarse íntimamente unos con otros, con mayor ó menor rapidez. Así es que, por esta ley, que impele los gases á mezclarse, es imposible que un gas ligero como el hidrógeno se eleve á las regiones superiores de la atmósfera y sobrenade allí á las capas de aire mas pesado como el aceite sobre el agua; y que un gas pesado, como el ácido carbónico, pueda precipitarse y mantenerse en la parte inferior de la atmósfera: todos, por el contrario, se

van mezclando y confundiendo lentamente, formando un cuerpo homogéneo tal, que el hidrógeno, el ácido carbónico y los demás gases producidos por la naturaleza se encuentran casi en iguales proporciones en todos los puntos de su masa, constituyendo en torno de toda la tierra una mezcla de idéntica composicion. Sujeto á esta ley, por consiguiente, asciende ó baja lentamente segun las circunstancias, en todas partes y sin cesar, el ácido carbónico, restableciéndose así de continuo con igualdad la pureza del aire que respiramos. Pero si en ciertas cavernas ó profundidades, resguardadas por todas partes, como en el valle de los muertos en Java, parece detenerse el ácido carbónico por mas tiempo junto á la superficie de la tierra, solo proviene esto de que en aquellas localidades se desarrolla este gas en gran cantidad y con mayor rapidez de la que puede emplear para elevarse y confundirse con la atmósfera, y si en las altas cumbres de las montañas, en las regiones superiores del aire, se halla en mayor cantidad, la razon de ello está en que las hojas de las plantas y las aguas del mar y de los rios lo absorben mas rápidamente que no descende el de las capas superiores para reparar esta pérdida.

La cantidad del vapor acuoso varía segun el clima, la estacion y el grado de temperatura de cada lugar. En las estaciones y en los paises frios, suele el aire estar mas saturado de vapor que en los calientes. Raras veces llega el vapor acuoso á formar mas de $\frac{1}{60}$, y nunca menos de $\frac{1}{200}$ del peso total del aire.

Reconócese fácilmente la presencia del ácido carbónico en el aire por la capa blanca de carbonato de cal que se forma en la superficie del agua de cal espuesta al aire. La existencia del vapor acuoso se manifiesta palpablemente, cuando en los calurosos dias de verano se llena un vaso ó botella de agua fria ó nieve; el vapor acuoso contenido en el aire que rodea el vaso se condensa, y se precipita sobre las paredes exteriores del mismo bajo la forma de un finísimo rocío.

Los fines que cumplen estos diversos elementos del aire han de conducirnos á la conviccion de que todos son igualmente importantes y esenciales para la composicion de la atmósfera, y que su proporcion relativa está dispuesta de la manera mas sabia y apropiada á la composicion, á las necesidades y á la actividad vital de los animales y de los vegetales.

A cada inspiracion, toma todo animal, que vive sobre la tierra, una parte de su oxígeno al aire, y la absorbe en sus pulmones. Pero el oxígeno, acarreado de esta suerte en su interior, y necesario para la conservacion de su organismo, no pudiera procurárselo de ninguna otra fuente natural, y necesita estar continuamente renovando esta provision, de que no es posible prescindir un solo momento. El oxígeno de la atmósfera es por lo tanto de la mas alta importancia para el sosten de la vida de los animales pertenecientes á las clases mas elevadas en la escala zoológica.

Una vela, un cuerpo combustible cualquiera, solo se enciende y continúa ardiendo en el aire por el oxígeno contenido en él; es el oxígeno, por decirlo así, un alimento indispensable para la luz, la llama y todo fenómeno de combustion; de manera que si llegase á desaparecer de la atmósfera, ni la leña, ni el carbon ni los aceites y grasas, ni cuerpo combustible alguno fueran capaces de producir luz ni calorico.

La proporcion en que el oxígeno se encuentra en el aire es la mas conforme al estado actual de cosas y á la existencia de los seres vivientes. Si estuviese la atmósfera enteramente formada de oxígeno, fuera la vida de los animales de cortísima duracion, y los cuerpos encendidos arderian tan rápidamente, que perderíamos todo dominio sobre ellos, y no cumplirian el fin de la combustion. Por esta razon debe estar el

oxígeno mezclado con una cantidad suficiente de ázoe. Este gas, que por sí mismo no es pernicioso ni deletéreo como el ácido carbónico, modera la actividad excesiva del oxígeno, debilita y prolonga su acción sobre el organismo, á la manera que se diluye con agua el alcohol ó un vino de mucho cuerpo, y suaviza su ardiente influjo, convirtiéndolo en una acción suave y benéfica para el bienestar del cuerpo animal.

Consideremos ahora el ácido carbónico.

Toda hoja verde, ora pertenezca á una humilde yerba, en el suelo del campo, ora á la rama de un árbol agigantado, absorbe este gas del aire atmosférico durante todo el tiempo en que brilla el sol, y es tan necesario para la vida de las plantas como el oxígeno para la de los animales. Si el aire dejase de contener ácido carbónico, cesaría todo desarrollo y crecimiento vegetal, y la tierra se convertiría en un árido desierto. Este gas es por consiguiente otro de los principios indispensables de la atmósfera.

Sin embargo, el ácido carbónico es para los animales un veneno, y por esta razón, cabalmente, es tan exigua su proporción en el aire. A ser esta mayor de lo que es, no podrían los animales, tal cual están organizados, respirar en aquella atmósfera sin experimentar graves trastornos en su salud. El ejemplo mas notable que nos ofrece la naturaleza de una atmósfera sobrecargada de ácido carbónico es el famoso valle envenenado, ó valle de los muertos, en la isla de Java, en donde se desprende este gas del suelo por innumerables é invisibles grietas, cuya descripción nos hace un testigo ocular en los siguientes términos: « Nos llevamos, dice, un par de perros para practicar con ellos algunos experimentos en aquel lugar fatídico. Llegado que hubimos al pié de la montaña, nos apeamos y trepamos por la escarpada cuesta, teniendo que asirnos á las ramas de los árboles por no derrumbarnos. Despues de una ascension de diez minutos, nos hallábamos á algunos pasos de distancia del valle, cuando de repente se dejó sentir un olor fuerte, nauseabundo y sofocante, pero que desapareció de nuevo así que llegamos al borde del mismo. Este nos pareció tener un cuarto de hora de circuito, y de 50 á 55 piés de profundidad. Su figura es ovalada, su suelo completamente llano y salpicado de grandes cantos rodados, y su area se halla completamente cubierta de esqueletos humanos, de tigres, jabalís, ciervos, pavos reales y toda suerte de pájaros. No pudimos observar vapores ni abertura de ninguna especie en el suelo, que nos pareció formado de una materia dura y arenosa. Uno de los de la comitiva hizo la proposición de descender al valle, empresa muy árdua y arriesgada por cierto en el punto en que nos encontrábamos, donde un paso en falso nos hubiera precipitado á una muerte inevitable, pues no podíamos prestarnos mutuamente el menor auxilio. Encendimos un cigarro, y bajamos, apoyándonos en largas pértigas de bambú, hasta á diez y ocho piés del fondo del valle, pues no quisimos aventurarnos mas allá. No se experimentaba allí todavía dificultad en la respiración, pero teníamos que luchar con el inconveniente de un olor repugnante y en extremo nauseabundo. Entonces sujetamos un perro al extremo de una pértiga de bambú de diez y ocho piés de longitud; lo bajamos al fondo, y observamos con el reloj en la mano, que á los 14 segundos cayó de espaldas, y cesaron todos los movimientos, menos los respiratorios, pues continuó resollando aun durante 18 minutos. Luego soltamos el otro perro, que fué corriendo á buscar á su compañero, junto al cual permaneció inmóvil durante 40 minutos, hasta que cayó de hocicos sin movimiento ni convulsion alguna; sin embargo duró su respiración todavía unos 7 minutos. En seguida hicimos la prueba con una gallina que murió al minuto y medio: otra murió antes de llegar al suelo. Enfrente nuestro yacia

echado junto á una gran piedra el esqueleto completo de un hombre que habia perecido de costado con la cabeza apoyada en la mano derecha; los vientos y las lluvias habian blanqueado sus huesos, que brillaban como marfil. — Existen otros muchos lugares, pero de mucha menor estension, en que brota del suelo el ácido carbónico; tales son la conocida gruta del perro en Pausilipo, cerca de Nápoles, Pyrmont, Andernach, junto al lago de Laach, etc.; sin embargo raras veces se efectúa en ellos un desprendimiento tan fuerte, que se haga sensible á algunos piés del suelo; por lo cual son tan solo peligrosos para los animales de escasa talla.

Si los animales no tienen necesidad de ácido carbónico, lo contrario sucede con las plantas; mas para que puedan estas proveerse de él rápidamente y en cantidad proporcionada á sus necesidades continuas, debiendo extraerlo de una mezcla que lo contiene en proporcion tan minima, fuéronles dadas sus innumerables y multiformes hojas que se mecen en el aire. La superficie de estas hojas está provista de una infinidad de boquitas, llamadas estómates por los botánicos, sin cesar ocupadas en eliminar y absorber el ácido carbónico del aire. Los millones de hojas que un solo árbol emplea en esta función, y la renovación continua del que las rodea por medio de las corrientes de los vientos, contribuyen á que la planta viva pueda recoger el alimento suficiente para la completa satisfacción de sus necesidades en una atmósfera, por otra parte, la mas apropiada á la constitución de los animales. Dejemos que hablen los números, que ellos, mejor que toda otra consideración, nos darán una idea de la maravillosa inmensidad del reino vegetal: un sauco ordinario, con un millon de hojas, pone en acción mas de cuatrocientos mil millones de poros para absorber el ácido carbónico del aire, y el número de hojas de una encina se ha estimado en unos siete millones.

Esta incesante actividad de las hojas de los vegetales es una de las sábias disposiciones de la naturaleza para purificar el aire de una cantidad excesiva de ácido carbónico, cuya proporción es, por consiguiente, menor en las capas mas bajas del aire que en las superiores.

No menos necesario al mantenimiento de la vida es el vapor acuoso de la atmósfera. El agua constituye casi las tres cuartas partes en peso de la planta viva, y esta agua se desprende continuamente de la superficie de sus hojas bajo la forma de vapor invisible que se difunde en la atmósfera.

Si el aire fuese completamente seco, las hojas soltarían el agua, antes que las raíces pudieran acarrear del suelo la necesaria para reparar esta pérdida; y muy pronto se marchitarían las hojas, y la planta enfermaría y perecería reseca.

El cuerpo de los animales consta asimismo, en su mayor parte, de agua. Un hombre que pese 154 libras contiene 146 de agua, y 58 tan solo de materias sólidas secas: su piel y sus pulmones exhalan constantemente agua, y si el aire que le rodea se hallase en un estado de sequedad completa, pronto se arrugaría y casi tostaría su piel, y su cuerpo, devorado por la fiebre y una ardorosa sed, no tardaría en sucumbir en medio de los tormentos mas crueles. El aire que espele de sus pulmones está completamente cargado de humedad, y si el que inspira estuviese privado de vapor acuoso, fuera exhalandolo con el aliento toda la humedad que llena sus tejidos, convirtiéndose al fin en una pergaminosa y amojamada momia. El samum y otros vientos abrasadores del desierto son tan fatales para el caminante que atraviesa aquellos desolados arenales y para todos los seres vivientes; por aproximarse entonces el aire á aquel estado de sequedad completa.

La humedad de la atmósfera es pues de alta trascendencia para la conservación de la vida de los animales y de las plantas. De las hojas de estas pasa, por sus poros, á la atmósfera,

y de esta á los pulmones de los animales, para difundirse luego por todo su organismo.

Pero el vapor acuoso del aire está además destinado á llenar otros fines no menos admirables. Cuando, en el estío, el sol ha desaparecido del horizonte, y sobreviene el frescor de la noche sobre el suelo y las plantas por el calor abrasadas, entonces se desprende sobre ellas el fresco rocío, cuyas gotas cristalinas mitigan la sed de las verdes hojuelas y de la tierra caldeada. La humedad invisible del aire se condensa, formando un velo de levisima niebla que se precipita y cubre de peregrinas perlas todos los objetos frescos. ¿Quién no ha observado cuán agradecida recibe la naturaleza este regalo nocturno del cielo? ; cómo se engalana con nuevos encantos! ; maravilla de bondad y de belleza, que los poetas de todos los países y de todos los tiempos han celebrado en infinitos cantos!

Vamos á examinar ahora las causas del rocío, y á darnos cuenta del motivo porque parece elegir, en cierto modo, los lugares donde debe depositarse.

Todos los cuerpos de la superficie de la tierra radian calor, esto es, se desprende de los mismos en rayos ó líneas rectas, que se dirigen de los cuerpos mas calientes á los mas frios; y la misma tierra radia incesantemente calórico al través del aire en el frio espacio inconmensurable por que vá girando. Todos los cuerpos de la superficie de la tierra tienden á una uniformidad de temperatura, á un equilibrio de calor, al paso que su superficie, considerada como un todo, tiende á alcanzar gradualmente mayor enfriamiento. Pero mientras el sol ilumina un lugar cualquiera, no puede efectuarse este enfriamiento, por recibir entonces la superficie de la tierra en aquel punto mas calor del que cede; y cuando, despues de la puesta del sol, se cubre el cielo de un velo de nubes, reciben estas tambien una parte del calórico radiado, y lo devuelven á la tierra, impidiendo así una pérdida escesiva. Por la noche, en la ausencia del sol, es cuando mas se enfria la tierra, pero mucho mas en las noches claras y serenas que en las nebulosas; y cuando solo una parte del cielo está cubierta de nubes, serán siempre mas frios aquellos puntos que corresponden á la parte despejada.

La cantidad de vapor acuoso que puede sustentar el aire depende por otra parte de la temperatura de este. En los países cálidos, á un alto grado de temperatura, ó cuando hace mucho calor, como vulgarmente se dice, puede contenerle en cantidad mas erecida, y en los climas frios, ó cuando hace frio, esto es, cuando la temperatura del ambiente es muy baja, disminuye su facultad de mantenerle en suspension. Por lo mismo, si una corriente de aire respectivamente mas caliente, y por lo tanto mas cargado de humedad, viene á chocar contra las frias cumbres de elevadas montañas, experimenta un enfriamiento, no puede seguir reteniendo la misma cantidad de vapor acuoso, y suelta una parte de su carga de agua bajo la forma de niebla ó de una nabecilla que se cierne en torno de la cima de la montaña ó se precipita en parte sobre la misma. Entonces, dice el habitante del valle, «el monte se ha puesto el sombrero, ó se ha calado su capucha de niebla,» deduciendo de esta señal un próximo cambio de tiempo. Las particillas de agua suspensas en aquellas nieblas bajan luego á las llanuras en forma de arroyuelos y de fuentes, llevando en sus ondas alimento y frescor á la sedienta tierra.

Así que, al enfriarse la tierra, despues de la puesta del sol, por una emision mayor de calórico, debe enfriarse tambien el aire que viene á hallarse en contacto con ella, y abandonar, al igual de las corrientes de aire caliente en las cumbres de las montañas, una parte del vapor acuoso que hasta entonces habia retenido; el cual, como las nieblas que se amontonan allá en la altura, se precipita en particillas infinita-

mente pequeñas; cada hojuela las recoge, y de su reunion se forman las perlas del rocío que penden de cada yerbecilla, brillando á los rayos del sol naciente con los mas vistosos y refulgentes cambiantes.

Y aqui debemos admirar otra de las sábias disposiciones del Supremo Ordenador de la naturaleza. La facultad de radiar el calórico no fué concedida en igual grado á todos los cuerpos; así que no todos se enfrian con la misma prontitud; y por lo tanto deben atraer y condensar en mayor cantidad el rocío los que están dotados de la propiedad de abandonar su calórico con mayor facilidad. Esta es la razon porqué, en las tardes frescas del verano, vemos el césped de nuestros jardines humedecido, mientras que el enarenado sendero que lo atraviesa está completamente seco, y porqué toda hoja del bosque, y todo tallo de yerba de la tostada pradera bebe en esta fuente celestial, sin que el árido suelo ni la polvorosa carretera hayan recibido una sola de estas gotas de bendicion.

Del mismo acopio atmosférico de vapor acuoso provienen las refrescantes lluvias y los chaparrones que caen en nuestros climas templados, así como los caudalosos turbiones que, cual torrentes desprendidos de las nubes, se precipitan sobre la tierra en los climas tropicales y suplen á los inviernos del norte. La diferencia entre la lluvia y el rocío estriba tan solo en el modo diverso de su caída.

En las capas superiores de la atmósfera circulan constantemente corrientes de aire frio que proceden del norte, y otras cálidas que vienen del sur; cuando, pues, dos de estas corrientes, saturadas ambas de humedad, llegan á encontrarse en su carrera, confúndense dando origen á una mezcla que posee la temperatura media de entrambas; pero un aire de esta temperatura carece de la facultad de seguir manteniendo en suspension la cantidad media del vapor acuoso en ellas contenido; razon por la cual se forma, como en la cima de la montaña, una nube, y el esceso de humedad se reúne en gotas que caen en forma de lluvia sobre la tierra.

Si consideramos cuán pequeña es la proporcion de agua contenida en la atmósfera, tal que, si cayese toda á la vez sobre la tierra, solo alcanzaria, en toda su superficie, la altura de cinco pulgadas, no podemos menos de asombrarnos ante los inmensos é infinitos resultados que emanan de su accion. La cantidad de lluvia que anualmente cae en las islas Británicas produjera, á caer en ellas de una vez, una inundacion cuyas aguas llegarían á la altura de 25 á 28 pulgadas. Eseeptuando las llanuras de la España central, pocas regiones existen en el occidente de Europa, en las cuales no alcance la lluvia anual la altura de 49 á 20 pulgadas. Nos formaremos una idea de la inmensa cantidad de agua que en los trópicos se precipita sobre la tierra en impetuosos torrentes, observando que la cantidad media de lluvia anualmente caída en el territorio que recorre la cordillera de Khassaya asciende á 610 pulgadas (50 piés), de las cuales 350 solamente en los seis meses de lluvias que principian con el mes de mayo; y que en el transcurso de un solo dia se han llegado á medir mas de 25 1/2 pulgadas de altura. ¡Y toda esta agua proviene de una atmósfera que en ningún tiempo dado contiene mas agua de la que en un año cae sobre la tierra bajo la forma de rocío!

La lluvia desempeña además, en el momento de su caída, otro papel importante; lava, en su carrera, el aire, disolviendo ó arrastrando todos los vapores y gases que accidentalmente contiene, cuerpos que fueran nocivos al hombre y á los animales, pero que contribuyen luego á la nutricion y desarrollo de las plantas. Así cumple la lluvia un doble objeto con respecto á nuestra salud y á la satisfaccion de nuestras necesidades; pues purifica el aire que respiramos, y acarrea un nuevo alimento á las plantas de que nos nutrimos.