

8
ACADEMIA GADITANA DE CIENCIAS Y ARTES.

CERTAMEN DE 1884.

MEMORIA

REFERENTE AL PRIMER TEMA

DE LA SECCION DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES,

GALARDONADA

CON UN PREMIO EXTRAORDINARIO

Y ESCRITA POR

D. MAXIMO FUERTES ACEVEDO.

CATEDRÁTICO DE FÍSICA

EN EL INSTITUTO DE SEGUNDA ENSEÑANZA DE BADAJOZ.



CADIZ.

IMPRESA DE LA REVISTA MÉDICA, DE D. FEDERICO JOLY.
CEBALLOS ANTES BOMBA, NÚM. 1.

1885.

A-1177929

ACADEMIA GAITANA DE CIENCIAS Y ARTES

MEMORIA DE 1884

ACADEMIA GAITANA DE CIENCIAS Y ARTES

TEMA: La influencia de las corrientes marítimas en el clima de las costas.
Presión atmosférica y vientos de superficie.

MEMORIA DE 1884

TEMA: Los Cristales Colón no se encuentran en fragmentos de corales.
Puntillas carabolas.



ACADEMIA GADITANA DE CIENCIAS Y ARTES.

TEMA: "La Atmósfera: su composición: su importancia en la vida terrestre.
presión atmosférica y medios de apreciarla."

LEMA: "Los Cristóbal Colon no se embarcan en fragatas de coraza, sino en
humildes carabelas."

LA ATMÓSFERA.

TEMA:

Los Elementos de la Atmósfera no se empujan en fragmentos de tierra, sino en grandes masas.

W. 641

PRELIMINARES.

La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento. La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento.

La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento. La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento.

La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento. La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento.

La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento. La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases y vapores que rodea la Tierra y cuando cambia su estado se produce el viento.

LA ATMÓSFERA.

LEMA:

Los Cristóbal Colón no se embarcan en fragatas de coraza, sino en humildes carabelas.

W. de F.

PRELIMINARES.

¡La atmósfera! materia sutilísima é invisible que envuelve y rodea la Tierra, y girando con ella, es su aliento, su vida. Ella, auxiliada del calor y la luz, es la esencia y la vida de las plantas y el elemento vivificador de los animales.

Es tan grande la importancia que ofrece esta ténue sustancia de la vida activa de la Tierra, que para estudiarla en todos sus detalles y bajo la influencia física, química, geológica y fisiológica que ejerce en nuestro Planeta, sería necesario escribir más de un volúmen de no escasas páginas. Procuraremos pues, condensar lo más culminante de tan curiosa como peregrina materia, respondiendo así, en lo posible, á lo que son ó deben de ser trabajos de esta índole.

Es la Atmósfera un conjunto de gases y vapores que rodea á la Tierra, afectando la forma de esta, lo que explica su nombre de origen griego, *átmos*, vapor, *sfaira*, esfera, (esfera de vapores). Es invisible, incolora, á lo menos en pequeñas masas; diáfana, inodora é insípida; pues si realmente tiene olor y sabor, no pueden apreciarse; porque, por un efecto fisiológico, cuando durante largo tiempo se ha estado respirando una materia, por olorosa que sea, llega á embotarse la sensibilidad del órgano del olfato y no se aprecia la impresión de aquella sustancia: respirando, pues, el niño desde el momento que sale del seno materno, el aire atmosférico, necesariamente llega á no recibir impresión, ni tener conciencia del olor de la atmósfera, si lo tiene, pudiendo decirse lo mismo del sabor.

Hemos dicho que la Atmósfera no tiene color en pequeñas masas; más sí lo tiene considerada en su totalidad. Ese hermoso y puro color *azul* llamado del *cielo*, es el color propio de la Atmósfera, producido por la descomposición que sufre la luz blanca del Sol en sus siete colores, al atravesar esta masa gaseosa, la cual absorbiendo los rayos de la série roja, refleja los azules. ¿Y qué es la causa de esa dispersión de la luz? El sábio profesor de Física

del Instituto de Londres, Joh Tyndall, (1) asegura que este fenómeno luminoso es producido por una materia sutilísima que denomina *Célica*, de naturaleza desconocida, difundida en toda la Atmósfera, la cual, obrando sobre la luz la descompone y origina el azul. Hipótesis ingeniosa, pero que no se halla bien comprobada; pues si bien es verdad que Tyndall ha hecho variadas y curiosas experiencias con sustancias que difundía en materias gaseosas ó disolvía en líquidos y que adquirirían el tinte ó colorido azul; ¿qué explicación cabe dar al *tono* ó intensidad azul tan diferente que presenta el Cielo de las diversas regiones de la Tierra, según las latitudes? Explicación fácil si se admite, como nosotros creemos, que esa descomposición de la materia luminosa blanca, la verifican los vapores de agua suspendidos en el aire; ya que estén en ese estado gaseoso, ya en el de tenuísimas gotas de agua ó en pequeñas y muy sutiles agujas de hielo. Porque, ó la materia *célica* que supone Tyndall se halla repartida desigualmente en el aire ó depende su mayor ó menor tenuidad de las variaciones de temperatura. Pues la verdad es que en aquellas latitudes, como las del Norte, en que la cantidad de vapor acuoso difundido en la Atmósfera es considerable, el azul del cielo tiene cierto tinte pálido y blanquecino, aun en los días claros y serenos: y por el contrario, en las regiones meridionales y bajo el ecuador, el azul celeste es muy intenso y puro. Por la misma razón, en las partes elevadas de la Atmósfera, donde la carencia de vapores es absoluta, el azul se oscurece llegando á ser, como la noche, casi negro: es decir, que allí la luz del sol, ni se dispersa ó descompone, ni se refleja atravesando la Atmósfera sin iluminarla. La hipótesis de Tyndall está sin duda, repetimos, expuesta con mucho ingenio, pero no explica la iluminación azul del aire atmosférico tan satisfactoriamente, como atribuyendo este efecto á la presencia de los vapores de agua en la atmósfera: porque cuando estos son abundantes ó existen en ella ténues é imperceptibles agujas de hielo, la descomposición de la luz se verifica, siendo entonces absorvidos los rayos azules y reflejados los rojos en mayor ó menor intensidad: tal es lo que han observado todos los que han hecho ascensiones en los Alpes ó en el Chimborazo, y lo que explica, en nuestro concepto, la coloración roja de los fenómenos crepusculares.

El tono é intensidad del azul del Cielo varía según las latitudes, la mayor ó menor cantidad de vapor de agua que haya en el aire y la inclinación con que caigan, ó mejor, reciba la Tierra los rayos luminosos del astro del día, presentando diverso colorido, generalmente rojo, cuando sale ó se pone el sol, constituyendo los

(1) Véanse al final algunas noticias biográficas y bibliográficas de los autores citados en esta Memoria.

crepúsculos de la mañana (matutino) ó aurora, y de la tarde (vespertino).

La Atmósfera además no siempre tiene una diafanidad perfecta; pues acontece en ocasiones, que durante los meses calurosos de Julio y Agosto, cual si se elevasen de la Tierra, vapores de agua ó de otras sustancias, hay en la Atmósfera una ligera nebulosidad, un movimiento vibratil rapidísimo en el aire, que produce en él como un enturbamiento que no permite á veces, estando el cielo claro y sin celajes, distinguir, aun á la sola distancia de 12 kilómetros ni los objetos lejanos ni el horizonte.

Goza la Atmósfera de todas las propiedades que caracterizan á los cuerpos gaseosos: como ellos es compresible en alto grado; expansible y perfectamente elástica, dilatándose ó condensándose con maravillosa facilidad por la acción del calor. En su estado de pureza ó con muy corta cantidad de humedad, conduce mal la electricidad y el calor.

La extensión de la Atmósfera no es infinita, sino perfectamente limitada y de escasas proporciones, dado el volúmen del Globo terrestre: y á corta altura, relativamente tambien, ya no ofrece las condiciones para la vida que presenta en las capas inmediatas á la superficie de la Tierra. Generalmente se dá á la Atmósfera una altura de 60 kilómetros; es decir, muy poco mas de 1/100 del radio terrestre; altura obtenida por observaciones deducidas de la duración de los crepúsculos, según el método empleado por el gran Kepler, y tambien por la medición de la penumbra de la sombra de la Tierra proyectada sobre la Luna en los eclipses de este satélite, deducida de los efectos de refracción que se producen en este fenómeno. En efecto; puesto que la atmósfera vá teniendo cada vez menos densidad, hasta el punto de que ya en cierta altura, no puede la luz refractarse ni reflejarse, se deduce que en ese punto se halla el límite de la Atmósfera, porque entonces la luz no origina fenómeno óptico ninguno, porque atraviesa el vacío. Ahora bien, como el crepúsculo comienza (el matutino) ó acaba (el vespertino) cuando el Sol se encuentra á 18° bajo el horizonte (en cuyo momento brillan las estrellas, aún las de poca magnitud, cerca del punto por donde vá á salir ó ponerse el Sol), de esta observación y el cálculo se ha deducido que las últimas partes del aire que reflejan la luz se hallan á la distancia de 60 kilómetros de la superficie de la Tierra; confirmando esta misma altura la distancia á que se inflaman los *aerolitos* ó *pedras meteóricas* que, procedentes de los espacios interplanetarios, caen en la Tierra, cuya altura en el momento de su incandescencia y de hacerse luminosos por su rozamiento con la Atmósfera, está calculada en 60.000 metros.

Pero no faltan sabios que sospechan que la Atmósfera alcanza una elevación de 340 kilómetros, y que mas allá de ese límite solo existe el vacío perfecto, absoluto, privado de toda materia ponde-

rable. Realmente y atendiendo á la expansibilidad del aire, ó sea la tendencia á extenderse y dilatarse ocupando cada vez mayores espacios, la Atmósfera debiera estar extendida de un modo ilimitado en el espacio interplanetario, confundiéndose nuestra Atmósfera con la de la Luna, si es que nuestro satélite la conserva todavía. Pero existen dos causas que se oponen á esa dilatación: la primera es la atracción terrestre ó acción de la gravedad, á la cual obedece el aire atmosférico como todo cuerpo grave ó pesado y que le obliga á permanecer como unido á la superficie de la Tierra; y la segunda causa es el frío extraordinario de las altas regiones por donde atraviesa la Tierra en su rápido movimiento de traslación, que puede referirse á la temperatura glacial del espacio interplanetario y es lo menos de 60° bajo cero, el cual forzosamente ha de producir una notable condensación en el aire atmosférico, impidiendo que se dilate indefinidamente. Por otra parte, si la Atmósfera fuera ilimitada, no sería posible la noche en la superficie del Planeta, según demuestran la Física y la Astronomía; porque la luz del Sol, atravesando las capas de aire que estuviesen situadas á larga distancia de la Tierra, llegaría hasta nosotros por una serie de refracciones, y siempre percibiríamos la luz, es decir, estaríamos constantemente en pleno día. Y por el contrario, si no existiera la Atmósfera, la oscuridad, esto es, la noche, sucedería inmediatamente á la puesta del Sol y no desaparecería hasta que el astro del día brillase de nuevo sobre el horizonte: no habría pues, ni crepúsculo de la mañana ni de la tarde. Por lo demás esas diferencias en la altura que se atribuye á la Atmósfera dependen indudablemente de que son muy distintos en densidad los elementos del aire atmosférico mas ó menos cercano á nosotros y los de la porción mas elevada de él, donde existen gases sumamente ténues ó ligeros, entre los que figurará el hidrógeno, el mas ligero de todos los gases.

La Atmósfera, según dejamos apuntado, se mueve con la Tierra, formando parte integrante de ella, en sus dos movimientos de rotación alrededor de su eje y de traslación por el espacio; pues de no suceder así y de permanecer inmóvil la Atmósfera mientras la Tierra gira, sería de todo punto imposible la vida en la superficie del Globo, ni en ella podrían permanecer los árboles ni las mismas montañas. En efecto; si cuando el aire se pone en movimiento originando los *vientos*, la mayor velocidad de los más violentos huracanes solo alcanza á recorrer 40 metros por segundo de tiempo, cuyo ímpetu no es posible resistir: si sucediera lo contrario, es decir, si la Atmósfera estuviera en reposo y dentro de ella se moviera la Tierra con la velocidad de rotación que lleva sobre su eje, término médio de 340 metros por segundo, sus efectos serían terribles y comparados con ellos, solo el de un ligerísimo soplo parecería el de los más fuertes huracanes; pues resultaría entonces un

movimiento de aire atmosférico, en sentido contrario al de la Tierra, nueve veces más rápido que el del más rápido huracan: eso sin contar con la velocidad de traslación por el espacio que permite á nuestro Planeta recorrer en una hora, término medio, 27.500 leguas de las de 4 kilómetros ó sean 30 kilómetros ó 30.000 metros por segundo. Además en la velocidad de rotación de la Tierra rozando contra la Atmósfera, si ésta estuviera en reposo, se originaría una temperatura capaz de poner incandescente el Globo.

¿Cómo se formó la Atmósfera? ¿Cuándo apareció sobre la Tierra esa envoltente tenuísima ciñéndola desde entonces dulcemente para vivificarla, haciendo brotar en ella la vida vegetal primero y mas tarde el organismo animal? Para comprender cuándo y cómo se formó la Atmósfera, es preciso remontarse á la formación ú origen de nuestro Planeta, que se esplica hoy por los astrónomos, físicos y geólogos, admitiendo el mismo origen para la Tierra que para los demás astros. Débese á Kant la exposición de la primera idea acerca de las *nebulosas*, grupos de prodigioso número de estrellas que, por la extraordinaria distancia á que se encuentran de la Tierra, parecen á nuestra vista manchas blanquecinas ó nebulillas luminosas esparcidas como al azar, y al parecer irregularmente, por el cielo. Admite pues, esta hipótesis que la materia apareció en un principio en un estado sutil, de vapor ó de *nebulosa*, que gradual y muy lentamente se fué condensando bajo la ley universal de la *atracción*, produciendo como un núcleo alrededor del cual sucesivamente se agruparon porciones de materia condensada, dando origen á los cuerpos celestes, por el movimiento de rotación de que la materia se hallaba animada.

En este movimiento de la materia para condensarse y formar entre otros planetas nuestra Tierra, se desarrolló, por una ley física bien conocida, tan elevada temperatura, que se halló toda ella en un estado tal de reblandecimiento, que las materias gaseosas y las líquidas en estado de vapor debían hallarse á una distancia inmensa del Planeta; mas enfriado este en su superficie, por la pérdida de calor y radiación, se solidificó en su exterior, originando los primeros terrenos que por su origen igneo se denominan *plutónicos*, *igneos*, *primitivos* ó *azoicos* (sin vida), constituidos por muy grande variedad de materiales, como los *granitos*, los *pórfidos*, los *basaltos* y otras rocas. Durante la formación de este período geológico representado por una unidad de tiempo indeterminado, no existían en el Globo ni los animales ni las plantas, á lo menos tal como se hallan hoy organizados; pues, careciendo la Tierra de Atmósfera, faltaban en ella los elementos necesarios para la vida. Pero mas tarde enfriada y consolidada aun mas la Tierra, los gases y vapores que formaban aquella densa masa, aquel caos, situado á gran distancia en el espacio, obedeciendo á la acción de la gravedad, se precipitaron sobre la Tierra, como violentos dilu-

vios, originando variados fenómenos geológicos, ya disolviendo ó teniendo en suspensión gran parte de los materiales de la Tierra, removidos con el ímpetu con que descendian los vapores condensados y los líquidos; materiales que mas tarde, depositados lentamente, formaron los terrenos llamados de *sedimento*; así como la acción combinada del agua y del calor, originó las acciones hidrotermales que dieron origen á las rocas de este nombre. Esos gases y vapores, al formar la Atmósfera, hacían brotar en la Tierra la vida vegetal, que pronto adquirió un extraordinario vigor y lozanía alimentada por aquella Atmósfera que tan rica en elementos de vida debió ofrecerse en los primeros momentos, apareciendo mas tarde el organismo animal en su organización mas sencilla. Desde entonces la Atmósfera, aunque variando en sus condiciones en las diferentes edades geológicas, formó parte integrante de la Tierra; mejor dicho, los elementos ténues, como los gases y vapores que se habian desprendido del Planeta por la gran dilatación producida en ellos por el calor terrestre, volvieron á unirse á la Tierra, meciéndose sobre su superficie y alimentando con su esencia la vida de los séres.

I.

COMPOSICION DE LA ATMOSFERA.

La Química moderna desvaneció la creencia errónea en que descansaba toda la Filosofía natural de los antiguos, que consideraban el aire como un elemento ó cuerpo simple, formando parte de los llamados *cuatro elementos*, aire, agua, tierra y fuego. Los filósofos de la escuela jónica no solo consideraban al aire como un elemento, sino que se le hacía intervenir en notables hechos ó fenómenos. Así Thales, uno de los siete sabios de Grecia, por sus conocimientos físicos y astronómicos, admitía que, *los animales eran aire condensado*. Anaxímedes sostenía que *el aire era el principio de todas las cosas; y que cuando los animales y las plantas se descomponen, se convierten en aire. Que el aire es infinito como Dios y que todo lo que es divino proviene del aire*.

Mas científicos, á lo menos bajo el punto de vista de nuestros conocimientos actuales, eran los filósofos griegos de la escuela eleática, hasta el punto de que Heracbito entrevió la composición del aire, pues decía que *el fuego se alimentaba con una materia sutil del aire; y que el espíritu del mundo era un cuerpo sutil y aeriforme*. Anaxágoras, uno de los más ilustres filósofos de la antiguo-

dad, á pesar de la crítica burlesca con que le trata Voltaire, dice que, *el viento es producido por el enrarecimiento del aire en las concavidades de la Tierra; que el sonido es el resultado del choque del aire* y que *en este cuerpo residen los elementos de todos los seres*: es decir que el aire, según Anaxágoras es el elemento vivificante de todos los animales y plantas. Más á pesar de estas ideas, Empedocles dió á conocer extensamente la teoría de los *cuatro elementos*, si bien muchos partidarios de esta doctrina, como Leucipo y Demócrito sostenían que los tales *elementos* eran cuerpos compuestos, principalmente el aire. Otros sabios, como Arquelao, discípulo de Anaxágoras, creían que el aire enrarecido origina el fuego, y que condensado forma el agua: ó que este líquido al hervir ó evaporarse se convertía en aire (vapor de agua que se dice hoy, invisible y ténue como el aire) y que este condensándose ó enfriándose se trasformaba en agua.

Sócrates, Platon y sus discípulos, así como Aristóteles, cuyas ideas acerca de la Atmósfera eran bien extrañas, pues afirmaba que *el aire está formado de dos partes, una húmeda y otra caliente*; y que *el viento no es aire*; admitieron también los cuatro elementos, si bien Aristóteles añadió á ellos el *éter* ó *materia etérea*, que tan grande papel representa en la ciencia moderna en la explicación de los fenómenos del calor y de la luz, no menos que en la electricidad. Doctrina esta de los *cuatro elementos* que reinó durante muchos siglos en las Escuelas, y era como la base ó el cimiento de toda la Filosofía de las ciencias físicas y naturales: cosa verdaderamente incomprensible, y que solo puede explicarse por la falta de pruebas directas, es decir, de medios de experimentación; pues si Heraclito hubiera hecho un sencillísimo experimento, fácil de realizar, quedaría comprobado concluyentemente que *el fuego se alimentaba con una materia sutil del aire* (el Oxígeno) y que por lo mismo era un cuerpo compuesto; pues haciendo arder una vela dentro de una campana ó vaso de vidrio, se observa que al cabo de poco tiempo se apaga, sin que por eso desaparezca toda la materia gaseosa de la campana.

Así que ni Teofrasto, ni el mismo Plinio, aunque mas acertado en sus ideas acerca del aire, exponen nada concreto sobre la naturaleza de este fluido.

Juan Rey, médico y químico francés que florecía en mitad del siglo XVII, hizo sobre el aire muy atinadas consideraciones, que consignó en sus escritos, sospechando ya que la Atmósfera era un cuerpo compuesto. Del mismo modo Juan Mayow, médico y doctor de la Universidad de Oxford, que vivía también en esta época, sospechó la composición del aire, al anunciar que *hay en este cuerpo una sustancia que participa de la naturaleza del nitro* (Nitrato potásico, con seis equivalentes de oxígeno) ó *un espíritu vital igneo, propio para producir la fermentación, que alimenta el fuego y*

sirve para la respiración de los animales. Estos y otros hechos y estudios llevaban ya fácilmente á la determinación de la naturaleza del aire, cuando aparece la célebre teoría del *Flogisto*, iniciada por Becher y desarrollada de un modo notable por Jorge Ernesto Sthal, que fué causa de que se retrasase el conocimiento exacto de la composición del aire; pues aquella teoría fué recibida con entusiasmo y de tal modo aceptada por todos los hombres de ciencia de aquella época, que puestos de manifiesto, mas tarde, sus errores, fué preciso todo el peso de la autoridad de los sabios mas eminentes de á fines del siglo XVIII para que fuese olvidada. (1)

En efecto, solo cuando Scheele, químico prusiano que falleció en 1786, y á quien la ciencia debe notables descubrimientos, obtenía el *Oxígeno*, á la vez que lo descubría tambien José Priestley, físico y químico francés, y Lavoisier hacía sus notabilísimas experiencias, se logró comprobar de una manera cierta que el aire atmosférico es un compuesto de dos cuerpos gaseosos, el *Oxígeno* y el *Nitrógeno* ó *Azóe*, en cantidades ó proporciones siempre constantes; lo mismo el aire de las costas y llanuras que el que rodea la cumbre del Himalaya ó flota sobre la cordillera de los Andes; ya en el recogido por Gay-Lussac á 7.000 metros de altura sobre el nivel del mar ó por Saussure en la cima de los Alpes. Desde entonces la famosa teoría del flogisto quedó herida de muerte y todo su artificio desapareció ante las concluyentes experiencias del ilustre químico francés, cuyos hechos fueron mas tarde comprobados por sabios de todas las naciones, no menos ilustres que el célebre é infortunado químico francés.

Hé aquí el experimento de Lavoisier que se recordará siempre como un hecho de gloria, por haber determinado con él un punto de altísima importancia para la ciencia. Valióse Lavoisier de un matraz de vidrio de unas 36 pulgadas cúbicas de capacidad, cuyo largo cuello encorvó convenientemente: puestas en el matraz cuatro onzas de mercurio ó azogue, lo colocó sobre un hornillo y

(1) Hé aquí reducido á términos sencillos el fundamento de esta teoría. El *flogisto* era algo que salía de los cuerpos en sus combinaciones, particularmente en la combustión; era por lo tanto el calor. Así se decía que el flogisto—del griego *phlegoo* quemar—ó el fuego ó el calor asociado á ciertos cuerpos, producía determinadas combinaciones; admitiéndose que existían sustancias muy ricas en flogisto como el carbón, el azufre, el fósforo y otras, y que por esta razón ardian muy fácilmente. Los metales se les creía formados por *cales* y *flogisto*; de modo que al colocar un metal (cal y flogisto) en una elevada temperatura, al arder ó quemarse, su flogisto se convertía en calor y luz, desapareciendo y quedando solo la *cal*: es decir que el metal por la combustión se convertía en una cal. Hoy se dice, que un metal, al quemarse, se combina con el *oxígeno* del aire y se convierte en un *óxido*, cal de los antiguos. Y por el contrario, cuando una cal, segun esta teoría, se combina con el flogisto, forma el metal. En el día se dice que cuando una cal (óxido), se somete á la acción del fuego ya directamente, ya mezclada con una sustancia que la prive de su oxígeno, como el carbón, se reduce al estado metálico, porque pierde su oxígeno y solo queda el metal.

el extremo del cuello lo hizo penetrar en una cuba de mercurio y sobre aquel extremo puso una campana de vidrio graduada llena de aire. Dando fuego al hornillo, lo mantuvo en este estado varios dias, de modo que el mercurio se calentó casi hasta el punto necesario para hervir. Desde el segundo día vió que flotaban sobre el mercurio varias partículas de una materia roja y que el volúmen del aire de la campana empezaba á disminuir: aquella sustancia roja fué aumentando en los dias sucesivos, hasta que por fin permaneci6 en la misma cantidad, sin que á pesar del fuego, el mercurio continuase trasformándose en la materia roja, ni el volúmen del aire de la campana disminuyese mas. De aquí dedujo que habia desaparecido algo del aire de la campana y del interior del matraz que se habia unido ó combinado con el mercurio, y que el residuo de la campana era muy diferente del aire atmosférico; pues analizado observó que no servía para la vida y apagaba los cuerpos en combustión; era en efecto el *Nitr6geno*, gas ya conocido, por haberlo obtenido Rutheford en 1772. El producto rojo—6xido rojo de mercurio—que Lavoisier habia recogido, pesaba 45 gramos; lo coloc6 en una retorta de vidrio con un tubo abductor que iba á parar á la misma cuba de mercurio y sobre el cual puso una campana ó probeta llena tambien de mercurio para recoger el gas: calentada la sustancia roja obtuvo en la campana un gas de un volúmen de 7 á 8 pulgadas, que examinado vió que era el *Oxígeno*, cuerpo que habia descubierto Priestley en 1774; el cuerpo comburente por excelencia, que activa de un modo notable la combustión y respirado puro hace mas enérgica y acelera la respiración. En la retorta quedaron 41 gramos de mercurio: de manera que el aire está formado por dos gases de naturaleza opuesta y que, reunidos en las proporciones convenientes constituian el aire, como así es en efecto.

De modo que la Atmósfera se halla formada principalmente por dos gases, el Oxígeno y el Nitr6geno, que constituyen *el aire atmosférico*; pero contiene además otras sustancias constantes como *Acido carbónico* y *agua en vapor*; y otras accesorias ó accidentales como *Amoniaco*, *Hidr6geno carbonado*, *Acido nítrico*, *Iodo*, *Ozono* y gérmenes orgánicos, en ocasiones muy abundantes. Tal variedad de materias, contenidas en nuestra Atmósfera, no debe seguramente admirarnos; pues cuantas sustancias, más ó menos volátiles, se desprenden de la superficie de la Tierra ó de las aguas, pasan necesariamente á la Atmósfera y en ella se hallan suspendidas ó como disueltas.

En el día son muy variados los procedimientos empleados para determinar la composición del aire, pero todos ellos dan el mismo resultado. El método mas general, seguido en Química, á cuya ciencia corresponde tan interesante estudio, es el de los *Eudiómetros*, constituyendo por lo mismo la parte de la ciencia denominada

Eudiometría. En efecto; se puede analizar el aire con todos los cuerpos que puestos en condiciones convenientes fijan el Oxígeno, de un volúmen dado de aire, dejando aislado el Nitrógeno. Así sucede con una lámina de cobre arrollada en espiral y humedecida con ácido sulfúrico, colocada en un tubo que contenga aire; el cobre, bajo la acción del ácido, fija el Oxígeno y deja en libertad el Nitrógeno. Del mismo modo, la hematina, el ácido piroagálico, los persulfuros alcalinos que absorven el Oxígeno para convertirse en hiposulfitos—procedimiento empleado por Scheele—y otros cuerpos que fijan el Oxígeno bajo la acción de los álcalis, quedando libre el Nitrógeno.

El análisis del aire por el hidrógeno, generalmente empleado, se verifica por medio de los eudiómetros, empleándose comunmente el de Volta, que consiste en un cilindro de vidrio de paredes resistentes en el que, lleno previamente de agua, así como el tubo de menor diámetro de la parte superior y abierta la llave inferior, se introducen 100 volúmenes de hidrógeno y 100 de aire puro, es decir, privado de ácido carbónico y de vapor de agua, que se miden por un tubo pequeño llamado *medidor* que generalmente acompaña al aparato; aunque puede hacerse también con el tubo estrecho y graduado que se halla atornillado en la guarnición metálica superior del cilindro, y que para este caso se destornilla, y medidos los gases y lleno de agua se vuelve atornillar. Cerrada la llave superior se hace saltar una chispa eléctrica por medio de la botella de Leyden, en una esferita exterior y superior del cilindro y verificándose la combinación entre el hidrógeno y el oxígeno del aire, brota una luz en el interior del tubo y se produce una sacudida en todo el aparato: ábrese entonces la llave superior y descendiendo el agua que contiene el tubo estrecho pasa á él el residuo gaseoso, no siendo ya los 200 volúmenes de los gases introducidos, sino solo 137; es decir, que han desaparecido 63 volúmenes, 42 son de hidrógeno y la tercera parte ó sean 21 son de Oxígeno, pues el agua está formada por dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno. En los 137 volúmenes que quedan, hay 58 de hidrógeno que, con los 42 que desaparecieron formando el agua, son los 100 que se han puesto. Si ahora se introducen 29 volúmenes de Oxígeno y se hace pasar nuevamente la chispa eléctrica, se formará lo mismo agua, quedando 79 volúmenes de un gas que es el Nitrógeno. Algun ligero inconveniente ofrece este eudiómetro, por lo que algunos hacen uso del de Gay-Lussac ó prefieren el de Mitscherlich.

También puede determinarse la composición del aire por el procedimiento de Bruner, apreciando el Oxígeno en peso, por la combustión lenta del fósforo colocado en un aparato apropiado, que al cabo de pocas horas absorbe todo el Oxígeno de una cantidad dada de aire, transformándose en ácido fosforoso, que se espulsa, quedando solo el Nitrógeno.

Por último, se puede analizar el aire por el método de Dumas y Boussingault, que consiste, en principio, en hacer pasar aire seco y puro por un tubo enrojecido que contenga una cantidad determinada de cobre puro. El Oxígeno del aire se une al cobre y del aumento de peso que adquiere el metal se deduce la cantidad de Oxígeno en peso, que es de 23,10, y el resto gaseoso, ó sean 76,90, es el Nitrógeno.

Por tanto, la composición del aire atmosférico es, en 100 partes, la siguiente:

En peso: 23'10 de Oxígeno y 76'90 de Nitrógeno. En volumen, de Oxígeno 20'80 y de Nitrógeno 79'20.

a. Agua en vapor.—Que el aire tiene agua en vapor, á veces en cantidades considerables, es indudable, como lo confirman varios fenómenos. En un vaso que contenga una mezcla frigorífica ó un helado, colocado en una habitación un poco caliente, se vé que se deposita en la pared exterior una capa de rocío que á veces se convierte en escarcha, debido á la condensación del vapor de agua existente en la Atmósfera. Las vidrieras de las habitaciones se cubren interiormente, durante las noches de invierno, de una capa de humedad; y por fin, ciertas sustancias como el cloruro de calcio y la sal comun, se licúan cuando se hallan en contacto con el aire húmedo, lo que les ha valido el nombre de delicuescentes.

Esta cantidad de vapor de agua procede de la evaporación lenta de las aguas en la superficie de la Tierra, que es tan grande en ocasiones, que se secan los arroyos, los lagos y hasta los rios poco caudalosos. La cantidad de este vapor, en un volumen dado de aire, puede determinarse fácilmente por un procedimiento sencillo: pero tambien se aprecia la humedad relativa y la tensión en milímetros del vapor de agua de una Atmósfera dada, por medio de los *Higrómetros* y principalmente del *Psicrómetro* que figura en los Observatorios meteorológicos. Consiste el Psicrómetro en dos termómetros de mercurio exactamente iguales: el uno tiene atada en su depósito una mecha torcida de algodón que se introduce en un pequeño vaso ó depósito que contiene agua y el otro se conserva en su estado natural. El termómetro humedecido señala menor temperatura por el frio — psicros, — que produce la evaporación del agua sobre la torcida; y de la diferencia de las temperaturas del seco y del húmedo, se deduce, por medio de unas tablas calculadas, que insertan los Anuarios meteorológicos, la humedad relativa y la tensión.

b. Acido carbónico.—No menos variable es la cantidad de ácido carbónico que hay en la Atmósfera. Gas incoloro, de ligero sabor ácido, mas pesado que el aire, que no sirve para la combustión ni para la respiración y que se halla bastante abundante en la naturaleza, en estado libre, en muchas grutas y cavernas, como

la célebre *gruta del perro* en Pozzuoli, cerca del Lago Agnano, en Nápoles; en un valle de Java, llamado de la *muerte*; y en combinación formando los *carbonatos*, como la caliza que tanto abunda en la naturaleza. La existencia del ácido carbónico en la Atmósfera se demuestra dejando al aire un vaso ó copa con agua de cal, diáfana é incolora, y al cabo de poco tiempo, se cubrirá su superficie de una película de carbonato calizo que va aumentando cuanto mas tiempo se halle el agua de cal en contacto con el aire y mas abundante sea la cantidad de ácido carbónico en la Atmósfera. El ácido carbónico de la atmósfera procede de los volcanes y de la respiración y las combustiones.

Este gas existe en mayor cantidad en las grandes poblaciones, cerca de los lagos y en las inmediaciones de las costas, que en los campos; pues siendo un producto de la combustión y de la respiración de los animales, y además absorvido por las plantas que le descomponen, apoderándose del Carbon y exhalando el Oxígeno, bien se comprende que ha de hallarse en menor cantidad en el aire del campo y de los bosques, que en los países habitados. La sequía tambien aumenta la cantidad de ácido carbónico y la lluvia la disminuye; ya porque en parte, aunque pequeña, le disuelve, ya porque le arrastren las gotas de agua de una manera mecánica.

Su determinación segun el método Brunner y Bousingault es sencillo, pues se reduce á hacer pasar un volúmen determinado de aire seco á través de un tubo que contenga fragmentos de piedra pomez empapados de una disolucion concentrada de potasa, que fija y retiene el ácido carbónico; pesado el tubo antes y despues de la experiencia, la diferencia de peso corresponde á la cantidad de ácido carbónico.

La cantidad máxima, término medio, de ácido carbónico en el aire es de 6, y la mínima de 3 diez milésimas.

c. Amoniaco.—Scheele fué el primero que demostró la existencia del amoniaco en el aire. Gas incoloro de olor fuerte que excita las lágrimas, muy soluble en el agua; apaga los cuerpos en combustión y mata á los animales que le respiran; pero en el aire existe en muy corta cantidad, dada su gran solubilidad en el agua. Demuéstrase la existencia del amoniaco en la Atmósfera, dejando al aire libre un frasco que contenga ácido clorhídrico, imperfectamente tapado y se observará que alrededor de la boca del frasco se forma una especie de eflorescencia que examinada y analizada se verá que es cloruro amónico. Por varios procedimientos se determina la cantidad de este cuerpo contenido en el aire, pero en todos se obtienen muy diferentes cantidades.

La presencia del amoniaco en el aire, es debida sin duda, á la descomposición de las materias animales y vegetales y á la com-

binación del nitrógeno del aire con el hidrógeno del agua. Su cantidad en el aire está representada por algunas millonésimas del volumen del aire.

d. Hidrógeno carbonado.—Teodoro de Saussure sospechó la existencia en la Atmósfera de un principio hidrogenado, y Bous-singault lo confirmó haciendo pasar aire privado de humedad y de ácido carbónico por un tubo que contenía ácido cúprico calentado hasta el rojo, produciéndose agua y ácido carbónico, procedentes de la descomposición de un hidrógeno carbonado que se cree sea el carburo tetrahídrico ó *gas de los pantanos*.

¿Pudiera atribuirse á este gas, cuando su abundancia es grande en la Atmósfera, esa terrible epidemia conocida con el nombre de *cólera* como han pretendido algunos? Opinamos que de ningun modo: á un simple gas llámese *hidrógeno carbonado* ó denomínese *Ozono*, del cual hablaremos, no puede atribuirse la causa ocasional de esas terribles dolencias que de vez en cuando aflijen á la humanidad; á no ser que tales elementos gaseosos se hallaran en la Atmósfera en tan prodigiosa cantidad, lo que no está probado que suceda nunca, que entonces produjeran la muerte por asfixia. Hoy la Física, merced á los poderosos y delicados instrumentos de óptica de que dispone, los *microscopios*, ha podido reconocer en la Atmósfera, en la época de las epidemias, en el aire de los hospitales, de las cárceles y de los buques, donde quiera que se halla hacinada mucha gente, sin gran ventilación y cierta temperatura, que se desarrollan multitud de gérmenes miasmáticos, casi siempre de origen animal, que, ingeridos en las vías digestivas ó respiratorias, producen en los órganos profundas alteraciones ó perturbaciones tales, que muchas veces ocasionan la muerte. El cirujano militar del ejército francés, baron de Perey, refiere que despues de la batalla de Austerlitz, se encerraron en una caverna 300 prisioneros rusos y que en pocas horas perecieron por asfixia 260.

Son tales gérmenes como verdaderos parásitos que viven á espensas de los órganos donde se implantan, y quizás no haya enfermedad ninguna que no reconozca por causa la existencia en determinado órgano de un germen orgánico morboso.

e. Acido nítrico.—Este cuerpo, llamado tambien *agua fuerte* y *espíritu de nitro*, se encuentra en estado libre en la Atmósfera, pero en muy cortas cantidades, durante las tempestades, pues las primeras gotas de lluvia despues de una fuerte tormenta traen este ácido en disolución, porque, formado por el Oxígeno y el Nitrógeno, una série de fuertes chispas eléctricas de las nubes tempestuosas, determina la combinación de estos dos gases, originando este ácido.

f. Iodo.—No faltan algunos químicos que admiten tambien en

la Atmósfera la existencia de este cuerpo en vapor en cantidades muy remisas, pero no se halla este hecho plenamente confirmado.

g. Ozono.—Mucho se ha escrito acerca de este elemento que existe en la Atmósfera, pero de ello, no poco hay que acoger con una prudente reserva. Es el Ozono un estado particular ó *alotrópico* del Oxígeno, que se forma principalmente cuando la Atmósfera está muy cargada de electricidad, por lo que algunos le llaman también *oxígeno electrizado*.

El primero que dió á conocer este elemento fué Van-Marun en 1785; pero quien fijó su naturaleza y dió del Ozono noticias extensas fué Shæmbein en 1840, que le dió el nombre que lleva, del griego *ozoo*, yo tengo olor. Es en efecto este cuerpo un gas incoloro, de olor algo parecido al del fósforo, que se nota en el aire al paso de una fuerte chispa eléctrica, ó de una série de chispas, debido precisamente á que el Oxígeno del aire se electriza y se convierte en Ozono. Goza este cuerpo de propiedades muy diferentes y hasta opuestas á las del Oxígeno normal; así tiene una densidad muy superior á la del Oxígeno ó sea de 4; ataca la plata oxidándola, lo que no hace el Oxígeno ordinario; se combina con los elementos del amoniaco ó directamente con el nitrógeno, en contacto de materias porosas, dando origen á nitratos, y á esta propiedad se atribuye la nitrificación en varios puntos de la Mancha y otros países; nitrificación que es mayor en tiempo de tempestades, es decir, cuando existe mas ozono en la Atmósfera. Descompone el *yoduro potásico*, dejando el yodo en libertad, lo que no produce el oxígeno normal; es poco estable lo que no sucede al Oxígeno, pues á los 75° el Ozono se convierte en Oxígeno puro.

La existencia del Ozono en la Atmósfera se comprueba con el papel *ozonoscópico*, que consiste en unas tiras de papel preparadas del modo siguiente: con 100 partes de agua destilada, 10 de almidon y 1 de yoduro potásico, se hace engrudo, con el cual se impregna una de las caras de una hoja de papel sin cola, y despues de seco, se corta en tiras de 15 á 20 milímetros de ancho. Colocadas al aire libre, se aprecia el Ozono por el color mas ó menos azul que adquiere el papel, comparado con el de otras bandas pintadas en una hoja de papel, de coloración azul de distinto tono, que sirve de tipo, y está formada por 11 bandas señaladas con las cifras de 0 á 10: la cero es blanca é indica que, si la tira de papel ozonoscópico presenta este aspecto (lo que no sucede nunca), es que el aire carece de Ozono, y si ofrece la intensidad azul del número 10, es que el aire tiene el máximum de Ozono.

Prepárase el Ozono por muy diversos procedimientos, y entre ellos por la acción del ácido sulfúrico en frio sobre el bióxido de bario.

En cuanto á la acción que se atribuye al Ozono como causa determinante de las epidemias, ya hemos indicado nuestra opinión: á lo sumo pudiera sospecharse que el Ozono destruye los miasmas pútridos, pues alguna vez se ha observado que, cuando disminuye la cantidad de Ozono en la Atmósfera, se desarrollan con mas intensidad los miasmas deletéreos, y vice-versa. Pero en contraposición con estos hechos, pueden citarse otros en que, despues de fuertes descargas eléctricas ó grandes tempestades, se desarrolló de un modo violento la epidemia colérica.

h. Gérmenes orgánicos.—Una gota de agua colocada en el campo del microscopio, nos puede dar idea ligerísima del prodigioso número de gérmenes orgánicos, de animales de extremadísima pequeñez que se mueven y agitan, viven y se reproducen en aquel *océano* maravilloso; y si esto acontece en la gota de agua, en la blanca y purísima nieve, que tiene tambien su mundo de los invisibles, en el fondo de los mares, donde habita tan inmenso número de esos infinitamente pequeños, que llegaron á hacer muy grandes los elementos que elaboran, esos *foraminíferos*, verdaderas colonias de innumerables seres, representados hoy, los que han sido, por cada grano imperceptible de polvo recogido en el fondo del mar, y de los cuales infinito número han podido conservarse á través de centenares de siglos sin alterarse, merced á la finísima cubierta silícea que los protege, resistente á pesar de su delicadeza, hasta el punto de atravesar con los alimentos por el fuerte aparato digestivo de las aves marítimas, sin sufrir alteración sensible, saliendo al exterior y formando parte de los excrementos de estas aves, es decir, el *guano*, en cuya materia pone de manifiesto el microscópio los restos de esos séres. (1) Si todo eso es verdadera maravilla, mucho más sorprendente es el mundo de los *pequeños* que pueblan la Atmósfera: algunos ciertamente inocentes é inofensivos, pero la mayor parte enemigos terribles del hombre y de los animales. Esos gérmenes son en su mayoría organismos animales; pero tambien existen flotando en el aire productos vegetales que son origen y causa de no pocas enfermedades; verdaderos venenos, como las semillas de la planta que causa la fiebre y que invisibles flotan en la Atmósfera.

Existen, pues, en la Atmósfera multitud de miasmas, no siempre morbosos, como no procedan de focos de infección, como los trasportados de la India, y que originan ese terrible azote llamado

(1) La prodigiosa cantidad de esos foraminíferos que existieron en otras épocas, lo comprueba que los restos de sus conchas ó caparazones, íntimamente enlazados formando casi un todo compacto, constituyen sierras y colinas de gran extensión. En las canteras de Gentilly, en las cercanías de París, se calcula que se hallan nada ménos que 20.000,000,000 de estos séres en cada metro cúbico de piedra.

cólera morbo; ó como los que en abundancia impregnan el aire que se respira en los hospitales y los albergues de malas condiciones higiénicas. Muchos datos pudiéramos citar del resultado de delicadas y minuciosas observaciones practicadas con el auxilio del microscopio en esos *microzoarios*, por muy hábiles y entendidos hombres de ciencias de todos los países; pero nos limitaremos á consignar las hechas por el Dr. D. Federico Rubio en el aire atmosférico de la enfermería del Dr. D. Martin de Pedro en el Hospital general de Madrid (1).

A fin de recoger los gérmenes morbosos que pueblan ciertas atmósferas, como la del citado hospital, se siguió uno de los vários procedimientos empleados para este objeto. Una botella llena de hielo, bien tapada y perfectamente limpia en su exterior, se colocó sobre un plato tambien muy limpio y seco; entonces el vapor de agua de la Atmósfera, en contacto con las paredes exteriores de la vasija, al condensarse y pasar al estado líquido por la influencia de la nieve, descendía por la botella y era recogido en el plato. Puesta una gota de este líquido en el campo de un microscopio de 400 diámetros, descubrió *corpúsculos pulverulentos, células epiteliales* procedentes de la descamación de la epidermis de los enfermos, y gran número de pequeñísimas *bacterias* procedentes del *bacterium punctum*, primer período y acaso origen de las *bacterias*, la primera piedra quizás de la creación orgánica, según el parecer del sábio doctor, que afirma que, *la permanencia de las bacterias en estado inactivo puede ser de muchos siglos. Una porción de hueso casi fósil, par antiguo que sea, puede, por medio de la infusión, determinar la vuelta á la vida de sus organites propios, y esto, por asombroso que parezca, no debe sernos tan extraño.*

Asimismo en las salas de Cirujía se encuentran en la atmósfera, que la inficionan, glóbulos de pus procedente de las úlceras de los enfermos. Del estudio de estos gérmenes concluye el Sr. Rubio afirmando que, *el vapor de agua atmosférico, bajo su forma líquida, encierra sustancias nocivas para la respiración de los enfermos y que presuponen una Atmósfera de todo punto anti-higiénica.*

En ciertas ocasiones el aire se halla de tal modo impregnado de miasmas palúdicos, procedentes de los pantanos y aguas estancadas ó de poca corriente, que producen las enfermedades *palúdicas* ó el *paludismo*, el cual á veces adquiere un carácter endémico en muchos países.

Y cuando el microscopio, ese preciosísimo instrumento, se perfeccione más y más, ¡cuántos secretos no arrancará á la natura-

(1) Conferencia sobre el exámen microscópico del vapor atmosférico de la enfermería del Dr. D. Martin de Pedro en el Hospital general, por el Dr. D. Federico Rubio.—Publicada en la *Revista de España*.—Tomo XXVI, pág. 338.—Madrid.—1872.

leza! ¡Con qué delicadeza de detalles se estudiarán esos numerosísimos é imperceptibles organismos que pueblan la Atmósfera y con los cuales nos hallamos en perpétua lucha!

Tales son los principales elementos que se hallan en el aire y que, todos reunidos, forman la Atmósfera, habiendo prescindido de citar algunos, como el *cloruro de sódio*, cuya presencia en el aire parecen acusar las observaciones espectroscópicas, pero cuyos hechos no están del todo comprobados.

Ahora bien; ¿es el aire atmosférico una combinación ó una mezcla?; es decir ¿los dos elementos constitutivos del aire, el Oxígeno y el Nitrógeno, al hallarse en contacto, se penetran íntimamente, desapareciendo todas sus propiedades para dar origen á un compuesto bien definido, esto es, una combinación química con caracteres muy diferentes de los componentes, ó están simplemente mezclados conservando cada uno sus propiedades características? Es opinión general hoy, que el aire es una mezcla y no una combinación, y en apoyo de esta creencia se aducen las razones siguientes:

1.^a En toda combinación química hay siempre producción de calor y electricidad y á veces de luz, segun sea más ó menos enérgica la afinidad entre los elementos que van á formar el compuesto, y nada de esto sucede cuando se forma el aire artificialmente.

2.^a Toda combinación gaseosa se verifica siempre en proporciones sencillas y siendo las cantidades desiguales hay *contracción* en el compuesto que resulta, esto es, que el volúmen del compuesto es menor que la suma de los volúmenes de los componentes; lo que no se cumple en el aire, cuyo volúmen es igual á la suma de los componentes aunque desiguales.

3.^a El agua disuelve mayor cantidad de Oxígeno del aire que de Nitrógeno; si fuera una combinación, el agua disolvería aire y por consecuencia los dos gases en las proporciones en que estuviesen combinados; y sin embargo no sucede así, pues de 100 unidades de volúmen de aire, aquel líquido disuelve 32 de Oxígeno y 68 de Nitrógeno, cantidades que no guardan proporción con las de los gases que forman el aire.

4.^a El poder refringente de un compuesto gaseoso es siempre mayor ó menor que el de la suma de los elementos que la forman: en el aire ese poder de refractar la luz es igual al de la suma de los gases componentes: y

5.^a Si fuera una combinación, no sería posible que tan fácilmente se separase el Oxígeno en el acto de la respiración, cuando el aire penetra en los pulmones de los animales que viven en la Atmósfera ó en las branquias de los acuáticos.

II.

IMPORTANCIA DE LA ATMOSFERA

EN LA VIDA TERRESTRE.

Una sola consideración hará comprender cuán grande es la importancia de la Atmósfera en la vida de la Tierra: sin ella, sin esa cubierta finísima que rodea nuestro Planeta, no sería posible en él la vida animal, á lo menos tal como se halla organizada, ni existirían las plantas, ni se producirían tantos y tan variados fenómenos, que hoy ocurren por la influencia de esa delicada é invisible gasa que nos envuelve y anima. Veamos lo que sería la Tierra si la Atmósfera no existiese, cual acontece, al parecer, en la Luna.

Ni una sola gota de agua se hallaría en su superficie, ni habría nubes que la oscureciesen, ni tormentas que la agitaran. La carencia de agua traería como consecuencia inmediata la falta de lluvia y de nieve, de granizo y de rocío y de tantos otros meteoros como tienen su origen en este elemento, en cualquiera de sus estados. Jamás aparecería en nuestro espacio el brillante arco-iris, y ni la luz del relámpago ni el estampido del trueno turbarían el eterno silencio que reinaría en nuestro tranquilo astro. La falta de aire privaría á la Tierra del hermoso color azul del cielo, ó mejor no habría cielo; es decir, no se conocería esa magnífica bóveda azul que hoy admiramos. Sin aire ni agua no habría vegetación, ni flores de perfumados aromas, ni aves de brillantísimo plumaje, ni peces de variadísimas formas y abigarrados colores, ni olores, ni sonidos se percibirían aquí donde el silencio mas horrible reinaría por todas partes, como astro sin vida, destinado tan solo á girar por el espacio, para no perturbar la mecánica celeste de nuestro sistema planetario.

Pero la existencia de la Atmósfera produce multitud de fenómenos, algunos de tan gran interés, que dan al aire atmosférico la mayor importancia en la vida de la Tierra. Bajo este concepto consideraremos á la Atmósfera terrestre en los efectos físicos, químicos, geológicos y fisiológicos que produce. Porque nada hay en definitiva que no reciba su aliento, su espíritu, de los elementos vivificadores de la Atmósfera. Todo el organismo de la Tierra, desde el compuesto oxidado mas deleznable hasta el más duro y compacto como la sílice, que tantos materiales forma en el Globo; lo mismo la humilde hierba de los campos, como los mas corpulentos árboles; el animal sencillísimo en su estructura, como el mas complicado en su organización; todos reciben los elementos de su

vitalidad, de su energía, de esa ténue envoltura que tan íntimamente ligada vive con la Tierra; pero la Atmósfera también tiene quien la alimente y mantenga constantemente sus elementos en la misma vitalidad; y tan peregrina y recíproca acción la realiza la Tierra.

A. Efectos físicos.—Se ofrece en primer término en el concepto físico, el relativo á la pesantez del aire que origina muy notables fenómenos. La gran tensidad del aire y su expansibilidad, parece que no debieran permitirle obedecer á la acción de la gravedad y por lo tanto que no debiera tener *peso*, es decir ejercer presión sobre los obstáculos que le impiden dirigirse al centro de la Tierra. Una experiencia, que se atribuye á Aristóteles, fué causa de que se creyera durante mucho tiempo que la Atmósfera no tenía peso. En efecto; quiso el sábio filósofo de Stagira apreciar el peso del aire, y para ello pesó una vejiga llena de él y despues vacía, para lo cual la estrujó y oprimió convenientemente, observando que en ambos casos pesaba lo mismo, es decir, lo mismo llena de aire que vacía: y en efecto, así tenía que suceder, pues, según el principio de Arquímedes, la vejiga llena de aire pierde de su peso lo que pesa el volúmen de aire que desaloja en la Atmósfera y como ese volúmen es igual muy próximamente al contenido en el interior de la vejiga, cuando se extrae este aire recobra exactamente lo que perdía cuando estaba llena.

Pero en el siglo XVII, Otto de Guericke, burgomaestre de la ciudad de Magdeburgo—Sajonia—hizo una experiencia que hoy se repite en los estudios mas elementales de Física y que demuestra concluyentemente que el aire, como todos los gases, es pesado. Un globo de vídrio provisto de una llave para cerrar ó establecer la comunicación con el interior, y en el cual se hace préviamente el vacío, por medio del aparato destinado á este efecto (la máquina neumática), se pesa así vacío, y abriendo luego la llave y penetrando el aire, se vuelve á pesar y se encontrará una diferencia en el peso del globo, que representa el peso del aire: pues en este caso, si bien hay también pérdida de peso en el globo, es la misma ya el globo esté lleno, ya vacío; porque es igual el volúmen de aire que desaloja en uno y otro caso. Si la capacidad del globo es un litro, se verá que el peso del aire puro y seco en él contenido, es de 1 gramo y 293 milésimas, ó sea 1 gr. 3 próximamente. Experiencias variadas hicieron asimismo Galileo y su discípulo Torricelli, que confirman el peso del aire.

Consecuencia de la pesantez del aire son las presiones que este fluido ejerce de arriba á abajo, de abajo á arriba, lateralmente y en todos sentidos, como veremos al ocuparnos del *Barómetro*. En estas presiones estriba el funcionar de las *Bombas* para elevar ó lanzar los líquidos á distancias mayores ó menores, y otros vá-

rios aparatos de utilísima importancia, pero que no encajan en este trabajo por no estar dentro del tema objeto de esta Memoria.

Asimismo el aire atmosférico es la causa de que los cuerpos al caer lo verifiquen con velocidades diferentes, proporcionales á sus masas, cuando todos deben caer con igual velocidad, como lo verifican en el vacío, segun una de las leyes de la *gravedad*. Así los cuerpos ligeros, como la nieve ó las briznas de papel, encontrando mas resistencia en el aire, no descienden con la rapidez que los mas pesados, como el plomo y las piedras. La influencia que la Atmósfera ejerce en la caída de los cuerpos, es mas manifiesta en los líquidos; pues cuando caen en el vacío, lo verifican formando una masa única: pero si descienden en el aire, se dividen en gotas tanto más pequeñas cuanto mayor es la masa de aire que tienen que atravesar, como sucede á la lluvia que arroja una nube que está situada á gran altura. Este fenómeno tiene su demostración en el *Martillo de agua*, sencillo aparato formado tan solo por un tubo de vidrio de unos 30 centímetros de longitud, con agua hasta los dos tercios, y en el resto hecho el vacío. Volviendo bruscamente el tubo de modo que el agua caiga, lo verifica toda la masa del líquido produciendo un ruido cual si fuese una masa metálica.

La Atmósfera tambien, con su presión variable, en las diferentes alturas, es causa de fenómenos físicos relativos á la evaporación de los líquidos como el agua. Hierve este líquido al nivel del mar, ó sea bajo la presión atmosférica normal de 760^{mm} , á la temperatura de 100° centesimales; pero á la altura barométrica de 133^{m} , hierve antes, ó sea á los 99 ; y siguiendo esta progresión, á la altura en que la presión de la Atmósfera sea de 410^{mm} , el agua entra en ebullición á los 87° ; de aquí se deduce que, puesto que la evaporación rápida de un líquido depende de la presión, *ningun líquido rompe á hervir hasta que la tensión de su vapor sea igual á la presión que sufre*. Diversas experiencias comprueban esta ley física. Si la presión, pues, desapareciese por completo, es decir, si la Atmósfera se disipase ó desapareciese, las aguas de las superficie de los mares y de los rios entrarían en ebullición tumultuosa, limitada en todo caso por la presión de los mismos vapores de agua.

Consecuencia de estos hechos, es la dificultad de hacer bien la cocción de muchos alimentos en las altas montañas, donde, disminuyendo considerablemente la presión del aire, el agua adelanta mucho su punto de ebullición, y el grado de calor que entonces tiene no es suficiente para verificar el reblandecimiento de los alimentos, necesario para su cocción. Así en el asilo hospitalario de las monjas del monte de San Bernardo de los Alpes, en que, dada su altura, el agua hierve mucho antes de los 100° , ha sido preciso emplear marmitas apropósito, como la de Papin, para cocer los alimentos, en las cuales la presión se aumenta á voluntad, hasta cierto límite; pero siempre más que suficiente para que se verifi-

que el reblandecimiento y buena cocción de las sustancias alimenticias, incluso los huesos que entonces desprenden fácilmente su gelatina.

Y en fin, puesto que disminuyendo la presión desciende el grado de calor para la ebullición de los líquidos, y que la experiencia ha encontrado que por cada grado que baja el punto de ebullición del agua, corresponden 370 metros de altura aproximadamente, ha podido hacerse una aplicación curiosa para medir alturas, si bien solo de una manera aproximada, por medio de un aparato sencillo llamado *Hipiómetro*.

Pero el aire atmosférico no siempre tiene la misma temperatura, y muy rara vez se halla en una calma absoluta, como vamos á ver.

CALOR DE LA ATMÓSFERA.—La temperatura de la atmósfera varía constantemente, no solo para un mismo sitio y una misma latitud, sino con la altura sobre la superficie de la Tierra. Las causas que producen estas diferencias en el calor del aire son unas generales, procedentes de la evaporación de las aguas, de la posición de los continentes y de la dirección de las cordilleras; y otras puramente locales. Este calor de la atmósfera es debido á la acción de los rayos del Sol; pues si bien la Tierra conserva en su interior una gran cantidad del calor primitivo, que se conoce con el nombre de *calor central* ó calor propio de la Tierra, y que se manifiesta en las aguas llamadas termales procedentes del interior y en las erupciones volcánicas, ese calor no se deja sentir en la superficie de nuestro Planeta, ni por lo tanto en su atmósfera. De manera que el enfriamiento lento que experimenta el interior de la Tierra, no influyendo en su superficie, no hará cambiar las condiciones climatológicas de los diversos países; porque esas condiciones dependen de la acción del calor y de la luz del Sol, y mientras estos persistan en la misma intensidad que hoy tienen, el carácter climatológico de las diferentes comarcas del Globo continuará siendo el mismo, salvas las alteraciones que en ellas pueda producir el trabajo constante del hombre, aumentando ó disminuyendo la vegetación ó por otras causas.

Ese calor recibido del Sol que impregna la atmósfera, es el elemento vivificador de todos los organismos que se mueven y agitan, así en la superficie de la Tierra, como en el aire y en las aguas, haciendo que los elementos del aire, particularmente el oxígeno, obren con la mayor actividad y energía. Ese fluido ó agente misterioso, cuya ciencia nos es desconocida, es el que hace crecer y desarrollar vigorosas las plantas en las regiones ecuatoriales y meridionales; él es la causa de que se multiplique de un modo admirable esa variedad prodigiosa de seres que, cubiertos de magnífico ropaje, habitan las comarcas donde el calor se manifiesta con energía y la luz brilla con gran intensidad. La ausencia del calor en la cima de las altas montañas ó en las regiones circumpolares,

paraliza todo movimiento y la vida no aparece ó se desarrolla débil y con muy escasa fuerza. Si el frío ó la falta de suficiente calor aumentara hasta cierto límite, desaparecería la vida de los animales y las plantas; las aguas de los mares y los rios solo serían dura roca de hielo, y nuestro mundo una masa fría é inerte que caminaría triste y solitaria por el espacio, sin que el más ligero movimiento ni actividad alguna turbase su eterno silencio.

Para apreciar la temperatura se emplea el *Termómetro* ordinario centígrado: pero cuando se quiere conocer el mayor calor de un lugar en las veinte y cuatro horas, ya al Sol, ya á la sombra, se emplean respectivamente los termómetros de máxima temperatura al Sol y máxima temperatura á la sombra, y por el contrario si se desea apreciar la menor temperatura de un dia, ó mejor de una noche, se hace uso de los termómetros de mínima.

Observada la temperatura de un lugar cualquiera de la Tierra que señale el termómetro hora por hora, ó en determinado número de horas, y sumadas y divididas estas observaciones por el número de ellas, se tiene la *temperatura media diaria*; por igual procedimiento se obtiene la media mensual, sumando las medias diarias y dividiendo esta suma por el número de dias que tenga el mes; y por fin la *media anual*, sumando las doce medias mensuales y dividiendo por 12.

Hé aquí varios estados de las temperaturas de la Atmósfera, *media, máxima y mínima*, de las principales ciudades de la península ibérica, obtenidas por las observaciones hechas en las citadas localidades durante el quinquenio de 1876 á 1880.

TEMPERATURA MEDIA.

Localidades.	Temp. ^a	Localidades.	Temp. ^a
Sevilla.....	19°,6	Bilbao.....	14°,9
Cartagena.....	19°,1	Oporto.....	14°,5
Múrcia.....	18°,3	Huesca.....	14°,0
Palma de Mallorca. ...	18°,0	San Sebastian.....	13°,8
Alicante.....	17°,8	Albacete....	13°,8
Valencia.....	17°,5	Madrid.....	13°,7
Tarifa.....	17°,4	Santander.....	13°,7
Laguna de Tenerife....	17°,1	Teruel.....	12°,8
San Fernando.....	17°,1	Santiago.....	12°,5
Badajoz.....	16°,8	Escorial....	12°,5
Jaen.....	16°,2	Salamanca.....	12°,2
Barcelona.....	16°,1	Oviedo.....	12°,0
Coimbra.....	15°,9	Coruña.....	11°,8
Zaragoza.....	15°,2	Valladolid.....	11°,8
Lisboa.....	15°,3	Soria.....	11°,4
Granada.....	15°,2	Burgos.....	10°,2

Temperatura máxima absoluta en el quinquenio de 1876 á 80.

Localidades.	Temª	Fecha.	Localidad.	Temª	Fecha.
Sevilla.....	51°,0	30 Jul. 1876	Albacete.....	41°,0	30 Jul. 1876
Múrcia.....	47°,8	29 Jul. 1876	Cartagena.....	39°,8	27 Ag. 1879
Zaragoza.....	44°,6	27 Jul. 1876	Coimbra.....	39°,7	30 Jul. 1877
Badajoz.....	44°,5	28 Jul. 1878	Huesca.....	39°,4	22 Jul. 1876
Madrid.....	44°,3	31 Jul. 1878	Palma.....	38°,8	17 Jul. 1878
Ciudad-Real...	44°,2	23 Jul. 1876	Lisboa.....	38°,8	29 Jul. 1876
Teruel.....	44°,0	18 Jul. 1878	Burgos.....	38°,6	27 Jul. 1876
Lagª de Tenerife	43°,8	11 Jul. 1879	Santiago.....	38°,4	21 Jul. 1876
Alicante.....	43°,4	24 Ag. 1876	San Sebastian..	38°,2	11 Ag. 1876
Jaen.....	43°,3	28 Ag. 1878	Tarifa.....	37°,8	29 Ag. 1878
Málaga.....	43°,0	27 Jul. 1880	Escorial.....	37°,6	31 Jul. 1878
Bilbao.....	42°,5	30 Jul. 1876	Granada... ..	36°,8	28 Jul. 1876
Soria.....	42°,2	27 Jul. 1878	Oporto.....	36°,8	28 Jul. 18
Valladolid. . .	42°,0	31 Jul. 1878	Barcelona.....	36°,2	28 Jul. 1876
San Fernando..	41°,2	28 Jul. 1876	Oviedo.....	36°,0	30 Ag. 1880
Salamanca.....	41°,0	29 Jul. 1876	Coruña.....	31°,7	2 Set. 1880
Valencia.	41°,0	14 Ag. 1876	Santander.....	31°,2	3 Set. 1880

Temperatura mínima absoluta en el quinquenio de 1876 á 80.

Localidades.	Temª	Fecha.	Localidades.	Temª	Fecha.
Albacete	— 22°,0	12 Dic. 1876	Granada.....	— 4°,0	14 En.. 1876
Teruel	— 13°,6	14 En.. 1876	Badajoz.. . . .	— 3°,5	24 En.. 1880
Huesca... . . .	— 13°,6	11 Dic. 1876	Sevilla	— 3°,0	(?) 1880
Valladolid... .	— 13°,0	13 En.. 1876	Barcelona... . .	— 2°,0	14 En.. 1878
Zaragoza.....	— 12°,4	8 En.. 1876	Santiago	— 2°,0	13 En.. 1878
Burgos.....	— 12°,0	6 Dic. 1876	Valencia.....	— 2°,0	{ 13 Dic. 1876 14 En.. 1878
Salamanca... .	— 12°,0	12 En.. 1876	Cartagena . . .	— 2°,0	14 En.. 1878
Soria.....	— 11°,4	6 En.. 1880	Santander... .	— 1°,0	9 Dic. 1880
Ciudad-Real. .	— 10°,6	12 Dic. 1876	San Fernando—	0°,5	13 En.. 1878
Madrid	— 8°,9	{ 12 En.. 1876 3 Feb 1878	Coimbra.	— 0°,1	1 En.. 1876
Jaen.....	— 7°,1	13 En.. 1878	Lisboa	0°,3	2 Feb 1878
Bilbao	— 7°,0	11 Dic. 1880			{ 30 Nov 1878
Coruña.	— 7°,0	18 Dic. 1880	Oporto...	0°,0	{ 12 Dic. 1879 25 En.. 1880
Escorial.....	— 6°,8	12 Mar 1876	Lagª de Tenerife	0°,0	12 Feb 1880
Oviedo.....	— 6°,0	11 Dic. 1880	P. de Mallorca..	0°,8	14 En.. 1878
Alicante. . . .	— 6°,0	4 En.. 1876	Málaga.....	1°,0	13 En.. 1878
San Sebastian—	5°,5	13 En.. 1878	Tarifa.....	1°,2	1 Feb 1878
Múrcia.....	— 4°,3	14 En.. 1878			

Pero en la Tierra existen diversos puntos que tienen la misma *temperatura media* y, si se suponen enlazados entre sí esos puntos, por medio de brazos, resultan unas líneas, con más ó ménos inflexiones, llamadas por Humboldt, *líneas isotermas* ó de igual tempe-

ratura. El espacio comprendido entre dos líneas isotérmicas recibe el nombre de *zona isotérmica*.

Dejamos indicado que la temperatura tan diferente del aire en las diversas regiones de la Tierra, reconoce varias causas. La *latitud* de un lugar, según sea mayor ó menor, modifica la temperatura de la atmósfera; pues cuanto mayor sea la oblicuidad con que caigan los rayos del Sol, menor será la cantidad de calor que ese punto de la Tierra absorva; de donde resulta que de el ecuador á los polos va la temperatura siendo cada vez menor. Pero mas notable que la influencia de la latitud en la temperatura del aire, es la de la *altitud* ó altura sobre el nivel del mar. La subida á las altas montañas y las ascensiones aerostáticas han proporcionado curiosos datos acerca del descenso de la temperatura de la atmósfera. Saussure en el Monte Blanco y Humboldt en el Chimborazo, encontraron un decrecimiento en el calor del aire, cuyo término medio, de sus observaciones, dá 1 grado de enfriamiento por cada 180 metros de altura; aunque este decrecimiento no responde á ninguna ley constante porque hay varias causas que le modifican.

Pero es lo cierto que en las regiones elevadas disminuye de tal modo la temperatura, que en las altas montañas desaparece la vegetación y las nieves coronan siempre esas elevadas cúspides; tal sucede en la *región de las nieves perpétuas*. El plano de la altura de esas regiones varía en las latitudes, disminuyendo desde el ecuador hasta los polos. Por eso la cordillera de los Andes, en la parte del ecuador, á pesar de hallarse su falda en una elevada temperatura, á los 18.000 pies de altura, se halla cubierta de nieve. En nuestras latitudes se encuentra mucho más baja esa región, como sucede en Sierra Nevada, cuyas nieves perpétuas se hallan á unos 9.000 pies de altura; siendo muy pequeño el límite para las nieves perpétuas en las regiones polares.

Tambien la *dirección de los vientos* hace cambiar la temperatura del aire en determinados puntos, conduciendo, en su movimiento, el calor de unas regiones á otras, y aun un mismo viento ofrece diferente temperatura, según que sople en verano ó en invierno. Y por último, la *proximidad de los mares* es causa modificante de la temperatura, pues como las aguas se calientan ó enfrian muy lentamente, el calor es mas uniforme, siendo en general la temperatura en el aire de la superficie de los mares mas elevada que la de los continentes.

LA ATMÓSFERA EN MOVIMIENTO.— Ese mismo calor de la atmósfera hace que rara vez el aire se halle en una calma absoluta, ó sea en perfecto estado de reposo ó equilibrio. Dilatado y condensado sucesivamente por el calor ó el frio, que con tanta desigualdad se extiende en las diferentes regiones de la atmósfera, la mueven y agitan fácilmente. Unas veces aparece suave y tranquila, meciedo apenas, como dulce brisa, las gotas de rocío suspendidas en las

hojas y en las flores; y otras es el huracan violento que troncha y arranca los árboles, arruina los edificios y agita enfurecido las aguas del océano, cuyas olas, en su inmensa pujanza, arrollan y deshacen los mas sólidos bajeles. Tal es el *viento*; el aire puesto en movimiento.

No muy exactas eran las ideas que tenían los antiguos acerca de la causa ú origen de los vientos: las relaciones mitológicas enlazaron tambien, como en otros muchos metéoros, á sus creencias, lo extraordinario de este fenómeno, haciendo depender su aparición de causas sobrenaturales relacionadas con la voluntad ó los deseos de los dioses. En los siglos posteriores se emitieron diversas teorías para explicar la causa de los vientos, principalmente aquellos que como los *alisios*, los *monzones* y los *ciclones*, presentan caractéres singulares, y en todas ellas se atribuía el origen de estos metéoros á un desequilibrio en la temperatura de la atmósfera; desequilibrio producido por diversas causas, pero de las que la principal es la desigual temperatura, que dilatando el aire en unos puntos y condensándolo en otros de menor calor, ha de producir una corriente contínua mientras dure la causa. De modo que si aumenta la temperatura de un lugar dado, el aire se dilata y en forma de corriente se eleva hácia las altas regiones de la atmósfera, siendo reemplazado por el aire frio de las comarcas inmediatas; estableciéndose, pues, una corriente de aire de la región fria á la caliente por la parte inferior, y otra de la caliente á la fria por la superior; de aquí que la velocidad y fuerza con que camina un viento sea proporcional á la mayor diferencia de calor entre las dos regiones fria y caliente: así se observa que la época en que los vientos soplan con más fuerza, es aquella en la cual suceden cambios bruscos en el ascenso ó descenso de la temperatura, como acontece, en lo general, en los equinoccios.

En el día, si bien se admite que la causa de los vientos es la falta de equilibrio en la atmósfera, no se atribuye el movimiento del aire al calor como causa única y ocasional, sino á otras varias, cuyo conjunto forma una teoría bastante racional, aunque algo complicada, de estos fenómenos. Figura en primer término como causa del desequilibrio atmosférico, y por lo tanto del movimiento del aire, la acción de los rayos solares y la velocidad de rotación de la Tierra; pero si solo existiesen estas dos causas, los movimientos del aire ó los vientos soplarían de un modo, hasta cierto punto, uniforme y constante; pero la configuración y extensión de los continentes perturban esos movimientos, haciéndoles tomar direcciones distintas, ya de un modo local ó de una manera general en los grandes movimientos de la atmósfera: así los desiertos, como el de Sahara en el Africa y en las regiones inmediatas á las costas, como el interior de los continentes, modifican de un modo extraordinario las direcciones de los vientos y su velocidad, dán-

doles en determinadas ocasiones una gran regularidad en su dirección y otras haciéndolos cambiar de rumbo frecuentemente. Y por fin, los mares, con corrientes y su modo irregular de calentarse, también contribuyen á la alteración en el giro de las corrientes de aire.

Esa dirección tan vária que toma el viento, ha hecho que se admitan hasta 32 que forman la *rosa de los vientos*, siendo los principales los *cuatro cardinales*, Norte—Este—Sud—Oeste; y los *cuatro rumbos*, Nordeste—Sudeste—Sudoeste y Noroeste: (1) y por fin, se añaden *ocho semirumbos* y *diez y seis cuartos*. La dirección de un viento se aprecia por medio de la *veleta* ó el *catavientos* y su velocidad por medio de los *anemómetros*.

Varias son las clasificaciones que se conocen de los vientos por lo que se refiere á su velocidad, siendo una de las principales la de los marinos, que admiten las siguientes clases:

NOMBRES.	Presion por metro cuadrado.	Velocidad por hora.	Velocidad por segundo.
	Kilogramos.	Kilometros.	Metros.
Calma.....	0,00	0,0	0,0
Ventolina... ..	1,22	11,4	3,2
Viento muy flojo ...	4,88	22,8	6,8
„ flojo	10,90	34,1	9,5
„ bonancible...	19,53	45,5	12,6
„ fresquito	30,52	56,9	15,8
„ fresco.....	43,94	68,3	19,0
„ frescachon .	51,89	79,7	22,1
„ duro.....	78,12	91,0	25,3
„ muy duro ...	98,87	102,4	28,4
Temporal.	122,60	113,8	31,6
Borrasca.....	147,70	125,2	34,8
Huracan.....	175,70	136,2	37,9

(1) La Mitología también estableció *ocho* vientos, que son, sin duda, los principales, con los nombres y caracteres siguientes: *Aquilon*—Norte, Boreas, Cierzo ó tramontana—á quien la ficción representaba bajo el aspecto de un viejo ceñudo, con los cabellos helados y cola de serpiente=*Euro*—Este, levante ó solano—que aparece con el cabello desordenado, en medio de las tempestades que desencadena=*Austro*—Noto ó Sud—Envuelto en negras nubes con alas, de las que lanza tempestades de agua=*Céfiro* ó *Fabonio*—Oeste—viento tranquilo y apacible muy deseado de las plantas=*Calias*—Nordeste—Representado con una rodela en las manos llena de granizo que derrama sobre la Tierra=*Euzonoto*—Sudeste=*Africo*—Sudoeste, con las alas cubiertas de densas brumas=*Cauzo*—Noroeste—de figura de anciano vestido con ropas de invierno y con un vaso lleno de agua dispuesto á volcarlo.

Atenas dedicó á estos vientos magnífico templo, sobre cuya cúpula se ostentaba, en forma de veleta, la estatua de Triton, múnstruo marino, hijo de Neptuno, con el brazo extendido y una vara en la mano indicando el viento reinante.

Otros admitiendo menor número de vientos, los clasifican en cuanto á su fuerza y velocidad del modo siguiente:

NOMBRES.	Presion por metro cuadrado.	Velocidad por segundos.
	Kilógramos.	Metros.
Brisa ó viento suave	1,0	3
Viento favorable para molinos.	4,4	6
Viento bueno para navegar.	9,3	9
Ráfaga de viento.	36,0	18
Viento fuerte.	43,9	20
Viento borrascoso	81,5	27
Viento huracanado	150,0	38
Viento huracanado violentísimo	185,0	46

Los vientos que ofrecen mas especiales particularidades por su modo de reinar y los fenómenos de que van acompañados son, los *alisios*, los *monzones*, el *simum*, los *ciclones*, los *huracanes*, y las *brisas* de mar y tierra.

La alta temperatura que los rayos del Sol producen en las regiones ecuatoriales y el movimiento de rotación de la Tierra, determinan una dilatación en el aire que se vé obligado á marchar velozmente formando corrientes continuas que van desde el ecuador hácia los polos por las regiones elevadas de la atmósfera, las cuales son reemplazadas por otras que corren por la parte inferior, ó sea del Nordeste al Sudeste en nuestro hemisferio boreal y de Sudoeste á Noroeste en el austral: tales son los vientos *alisios*, que no soplan, sin embargo, en una misma dirección, puesto que la temperatura de los continentes, principalmente de los desiertos de Africa perturba algun tanto el movimiento que debiera ser regular y los hace cambiar de rumbo; pues el calentamiento de las tierras, á más de ser irregular, aumentando en temperatura de un modo notable durante el dia y enfriándose mucho, por radiación, durante las noches, es muy distinto del de las aguas. Además estos vientos solo se dejan sentir en las regiones tropicales hasta los 30 grados de latitud. Sin embargo, en ciertos periodos y en determinadas circunstancias, la periodicidad con que reinan estos vientos favorece grandemente la navegación en los mares intertropicales, contando además la ciencia náutica con medios de evitar su acción opuesta.

La regularidad de estos vientos, dada la causa que los produce, debiera ser tal, que si la Tierra permaneciera inmóvil, soplarían siempre desde el polo al ecuador por los meridianos, es decir de

N. á S.; pero el movimiento de la Tierra de Occidente á Oriente y con ella el de la atmósfera, hace que la corriente de aire, procedente del polo, al penetrar en capas de aire de mayor velocidad que la suya, camine mas despacio, dirigiéndose tanto más hácia el Oeste, cuanto mas se acerca al ecuador, de donde resulta que de viento N. pasa á ser NE., y al fin E.

Hemos hablado de la influencia de los desiertos en el cambio de dirección de los vientos: por esta influencia sopla en el invierno en los mares de la India, y á lo largo de la costa de Asia, una especie de alisio llamado *Monzón* del Nordeste; y cerca del verano, salta el viento en sentido diametralmente opuesto, y sopla como *Monzón* del Sudoeste. Estos cambios bruscos producen la condensación de grandes cantidades de vapor de agua en forma de torrentes, acompañados de terribles tempestades. Esa periodicidad en el modo de reinar de los monzones, cinco ó seis meses en una dirección é igual tiempo en la opuesta, ha sido aprovechada en la navegación, cuando los buques se dirigian al archipiélago filipino por el cabo de Buena Esperanza; circunstancia que hoy ha desaparecido, en gran parte, con el paso de los buques, en su mayoría de vapor, por el canal de Suez.

El calor que reciben los extensos arenales de las vastas soledades de Asia y Africa, cuyo suelo se caldea en términos de no poder ser pisado fácilmente mas que por la planta, correosa y flexible á la vez, del camello, el *barco del desierto* como le llaman los árabes, produce un viento abrasador el *Simun*, de elevada temperatura y gran violencia, que levanta y arrastra como en grandes torbellinos las arenas, que mas de una vez ponen en peligro la existencia de las caravanas que atraviesan el desierto. Ese mismo viento sopla en España del Sud, aunque mas entibiado su calor por la distancia que recorre y se conoce con el nombre de *Solano* ó *levante*: es el mismo que procedente de Sahara y llamado *Khansin* en Egipto, sopla en Italia y Argel con el nombre de *Sirocco*.

Al arrastrar consigo el polvo del desierto, oscurece el aire, seca la piel de un modo extraordinario, y por su ligereza, á causa de su enrarecimiento por el calor, acelera la respiración y la traspiración se hace rápida hasta el punto de producir, entre otros efectos, una ardiente sed: los indígenas de Africa cubren su cuerpo, á precaución, con grasa, para evitar los efectos de una escesiva traspiración.

Son los *ciclones* verdaderos huracanes tempestuosos que soplan con una violencia irresistible. La formación de los ciclones se verifica en las partes elevadas de la atmósfera, de las regiones ecuatoriales, y su movimiento descendente y su dirección están hoy bien determinados, tomando estos vientos un movimiento rápido de rotación, aunque no completamente circular, sino mas bien parabólico, pero cuya forma ha sido causa del nombre que llevan,

del griego *ciclos* círculo y cuyo centro cambia de posición caminando así por el espacio. Y sea cual fuere la dirección de estas violentas corrientes rotatorias de aire, que con nombres tan diferentes de *tifones*, *huracanes*, *vagños*, *galernas* etc., se conocen en los diversos mares del mundo, hállanse sujetas á leyes constantes, deducidas de estudios y observaciones minuciosas hechas, no solo en los Observatorios, sino á bordo de los buques, que más de una vez tienen que soportar la violencia del huracán ó que evitarla por todos los medios, haciendo rumbo diferente al que trae la borrasca.

Esas corrientes circulares marchan siempre de derecha á izquierda en nuestro hemisferio, y en sentido contrario en el hemisferio austral: los marinos tienen un medio práctico de conocer el punto de donde proceden, llamado *centro*, *focus* ó *vórtice* del huracán para poder huir de él. Si la nave se encuentra en los mares del hemisferio boreal, puesta una persona cara al viento y extendiendo el brazo derecho, su dirección señalará el centro de la tormenta: hay, pues, que evitar el centro del rápido torbellino, en cuyos alrededores se agita terriblemente el viento, levantando en su fúria vertiginosa olas que espantan por su magnitud y su empuje. En el hemisferio Sud será el brazo izquierdo el que se extienda.

Becher en su obra sobre las Tormentas, dá la misma regla que los marinos, pero en sentido inverso, á nuestro entender con gran acierto; pues en los grandes huracanes no es posible dar la cara al viento; y así el sábio meteorologista aconseja que en el hemisferio Norte la persona vuelva la espalda al viento y el vértice se hallará á la izquierda.

Pero donde los huracanes se presentan en toda su espantosa pujanza es en el golfo de Méjico, en el mar de las Indias y en las Antillas. El espacio que abraza el meteoro es considerable, aunque su altura vertical no es excesiva. Un observador colocado en la cúspide de una alta montaña, vería pasar el huracán por debajo de sus pies; como las tempestades que á veces azotan los valles, hallándose tranquilas las montañas inmediatas. La fuerza é ímpetu de estos huracanes es tan grande, que en el mar de la China se conocen con el nombre de *torbellinos de hierro*.

Estos meteoros en los continentes, aparecen siempre antes de la época de las lluvias, y aunque su violencia es grande, espantoso su aparato y en ocasiones causan grandes desastres en comarcas extensas, su duración suele ser corta, y son muchas veces deseados, pues las lluvias que les siguen purifican la Atmósfera densa, pesada y deletérea que se respira en esos ardorosos climas, y vivifica los campos y los bosques, derramando en ellos extraordinaria lozanía.

Cuando los vientos soplan suavemente en las costas, del mar á la tierra durante el día, y de la tierra al mar durante la noche, originanse las *brisas*. Como en el día la tierra se calienta más que

las aguas del mar, el aire se dilata en el continente hácia las regiones superiores, y es reemplazado por otra corriente inferior que viene de la parte fría del mar—brisa de mar;—mas apenas se pone el Sol, la tierra se enfría por radiación, el aire se condensa y desciende, dirigiéndose hácia el mar—brisa de Tierra,—siendo reemplazado en las regiones altas por otra corriente que procede de aquel: en resúmen, durante el día una corriente de aire se eleva en la tierra y otra viene del mar; y en el período de la noche, baja hácia la tierra y se dirige al mar. Igual fenómeno se observa entre las montañas y los valles próximos.

Las brisas son periódicas y muy regulares en los trópicos, donde las diferencias del calor entre la tierra y el mar son notables; pero no son tan continuas é importantes en nuestras latitudes, y por la misma razón apenas son sensibles en las costas de la Groenlandia y del estrecho de Beherin.

Por fin, los vientos *variables* soplan, ya en una dirección, ya en otra, sin sujeción á ley ninguna. Esta variabilidad, notable en las latitudes medias, crece á medida que se camina hácia los polos, y en las regiones glaciales soplan con la mayor irregularidad, á veces desde puntos diversos del horizonte. En nuestra península, y en general en Europa, se nota una gran irregularidad en los vientos, por más que algunos persistan durante largo tiempo y den el carácter en determinadas zonas.

Dejamos apuntado que la causa que mayor influencia ejerce sobre la movilidad de la Atmósfera es el calor del Sol. Muchas deducciones se han hecho por los meteorologistas relativas á esta causa; siendo notables las que, de observaciones minuciosas, hizo en su obra *La velocidad del viento*, publicada en 1872, el director del Observatorio astronómico de Módena, Sr. Ragona, quien establece las siguientes conclusiones:

1.^a La velocidad del aire aumenta cuando el Sol permanece en el horizonte. Al salir, el Sol calienta el aire, pero no aumenta su velocidad; porque el astro del día, segun estas observaciones, no manifiesta su acción en el acto, sino que necesita como unas tres horas para poner la Atmósfera en movimiento.

2.^a Los grados de calor en las 24 horas no están en relación con el movimiento del aire: pues la mayor y menor velocidad del viento durante el día, ocurren siempre algunas horas despues de la máxima y mínima temperatura.

3.^a Las seis fases anuales de la velocidad del viento, ó sean los tres máximos y tres mínimos, corresponden de un modo inverso á las seis fases anuales de la presión-atmosférica, ó sean las tres mínimas y tres máximas, y son algo anteriores á estas seis últimas.

4.^a La mínima velocidad del viento ocurre cuando el Sol se halla en el hemisferio austral, y la máxima cuando pasa por el hemisferio boreal.

5.^a La velocidad del viento varía más en invierno y menos en el verano; verificándose la máxima velocidad en primavera y la mínima en invierno: tal se deduce según el Sr. Ragona, de la *velocidad media*:

ESTACIONES.	VELOCIDAD.
Invierno.....	7.57 kilómetros.
Primavera.....	10.07 „
Verano.....	8.56 „
Otono.....	7.84 „
	Año... 8.51

Otros muchos fenómenos ocurren en la Atmósfera: mas no son rigurosamente fenómenos de la misma atmósfera, por mas que en ella se produzcan, por lo que, no estando comprendidos en el fondo del tema que desarrollamos, no nos ocuparemos de ellos. Tales son los *metéoros acuosos*, como las *nubes*, masas flotantes en la atmósfera de formas diferentes, constituidas por sutilísimas gotas de agua, que por su misma extremada división, pierden la transparencia, como la pierde el cristal mas diáfano cuando se le pulveriza; la *lluvia*, meteoro singular y admirable que, ya descendiend tranquilamente bajo la forma de pequeñísimas gotas á manera de abundante rocío, ya arrecia y cae con fuerza en numerosas y gruesas gotas, ya se precipita á torrentes llevado en alas de impetuosos vientos. La *nieve*, masas ligeras y esponjosas de una blancura perfecta, cuyos copos están formados por la reunión de diminutos cristales de agua sólida reunidos de un modo, por extremo simétrico, y que descenden tranquilamente á la Tierra sin ocasionar mas que beneficios, y muy pocas veces daños. El *granizo*, esferas ó granos de nieve esponjosa, rodeados de capas de hielo diáfano, á veces de gran tamaño, que causan en los campos, con su caída, no pocos extragos. El *rocío*, pequeñísimas gotas de agua que, á manera de abundante aljofar, aparecen en las primeras horas de la mañana sobre las hojas y las flores, esmaltándolas brillantemente, cual si sobre ellas hubiera descendido durante la noche tenuísima lluvia de diminutas perlas.

Metéoros eléctricos, como el *rayo*, el más terrible de todos los de la naturaleza, capaz en ocasiones de poner espanto en el corazón mas animoso, que se distingue por la grandiosidad de su aparición y el poderío de sus efectos. La *Aurora boreal*, luz brillante y de bellísimo colorido, que aparece tranquila y apacible casi to-

das las noches, en las regiones de ambos polos. Meteoros *luminosos* como los *crepúsculos*, hermoso fenómeno producido por la luz del Sol, poco antes de aparecer por el oriente, ó despues de ocultarse bajo el horizonte. Y el *arco-iris*, bellissimo arco que se pinta en las nubes, ostentando los siete hermosos colcres que producen la descomposición de la luz del Sol al atravesar las gotas de agua de alguna nube que se resuelve en lluvia.

B. Efectos químicos.—Maravilla observar ese número tan considerable de fenómenos químicos que produce en la vida de la Tierra la Atmósfera; ó mejor dicho ese elemento constitutivo del aire de tan notable actividad y energía en todas sus combinaciones, el Oxígeno, auxiliado no pocas veces por la acción del vapor de agua y del ácido carbónico. Él forma parte de todos los *óxidos* y de todos los *ácidos* (oxácidos); es parte integrante del agua con el *hidrógeno* y de todas las sales que el ilustre químico Berzelius denomina *ánfidas* ó *anfígenas* como los *sulfatos*, los *carbonatos*, los *nitratos*, los *cloratos* etc. El Oxígeno, trasformándose en un estado especial, constituye el *Ozono* de que dejamos hecho mérito, y es en fin, factor indispensable en la *combustión*, en las *fermentaciones* y en la composición de todas las sustancias orgánicas de origen animal y vegetal.

La combustión en la época de Lavoisier se denominaba, *la combinación del Oxígeno con un cuerpo cualquiera con desprendimiento de calor y luz*, por haberse encontrado que no es solo el Oxígeno el que produce las combustiones, sino que hay otros cuerpos, como el *Cloro*, que originan tambien combustión: mas en este caso, como en la combustión producida por el simple contacto del fósforo y el yodo, no hay mas que una reacción química; y la verdadera combustión tiene otro carácter que no se observa en el cloro el cual apaga una bujía que, ardiendo, se introduce en una atmósfera de cloro, despues de ponerse la llama un breve momento roja; y puesto que el elemento mas *comburente* que produce las combustiones ó quema los cuerpos, es el Oxígeno, bien podemos definir este fenómeno, *la combinación del oxígeno generalmente con un cuerpo cualquiera con desprendimiento de calor y luz*. Los cuerpos, al quemarse en el aire, se apoderan del Oxígeno ó se combinan con él, no interviniendo en este fenómeno el Nitrógeno, que queda en libertad, sin experimentar cambio ninguno sensible: de modo que la combustión termina cuando desaparece ó se ha combinado todo el Oxígeno; y por el contrario la combustión se sostiene y aviva, produciendo elevadísimas temperaturas, cuando sobre el combustible, aun en corta cantidad, se lanza una fuerte corriente de aire, cuyo elemento comburente, el Oxígeno, se combina rápidamente con los elementos combustibles, y de la combinación resulta una grua cantidad de calor. De aquí el uso del *soplete* en Mineralogía, en

Química y en las Artes; la acción de grandes corrientes continuas de aire, que por medio de fuelles dobles ó por bombas impelentes movidas por máquinas de vapor, se lanzan en el interior de los altos hornos, funden los metales que exigen muy elevadas temperaturas, y el uso en la mayor parte de las fábricas de elevadas chimeneas, en cuyo interior el calor del hogar produce un enrarecimiento del aire, obligando la presión de la atmósfera al aire exterior á penetrar rápidamente en el hogar, cuyo fenómeno se reproduce constantemente mientras arda el combustible.

Bien se comprende que las combustiones con el Oxígeno puro han de ser de una energía extraordinaria, pues mientras le acompaña el nitrógeno, como este cuerpo no arde ni deja arder á los demás, por lo cual ni es combustible ni comburente, la combustión tiene que ser menos activa. En esta circunstancia, ó sea en el uso del oxígeno puro que activa la combustión de un cuerpo que arde, el hidrógeno por ejemplo, se fundan los sopletes de Barruel y de Clarke, con los que se ha conseguido fundir hasta el platino que se tenía por infusible. Por el contrario, la disminución del oxígeno en la atmósfera, como acontece cuando se halla bastante enrarecida, produce una combustión sumamente débil y la llama de las bugías es pequeña, pálida y de poca energía, como tuvieron ocasión de observar Tyndal y Frankland el año de 1859 en su ascensión al Monte Blanco.

Si la materia que se quema en contacto del aire es gaseosa y se calienta hasta el punto de hacerse luminosa, entonces constituye la *llama*. De aquí que los cuerpos en combustión que no producen gases, como la mayor parte de las piedras y metales, no dan llama. El poder iluminante de la llama depende del producto ó resultado de la combustión; si este es volátil ó gaseoso, la llama es débil y pálida, como en la combustión del hidrógeno, cuyo producto es agua en vapor: si el producto es *fijo* ó sólido, la llama es viva y brillante, tal sucede en el gas del alumbrado y el petróleo, cuyo producto de la combustión es el carbono. Cuatro partes se observan en la llama: 1.^a La porción inferior azulada, que la forma el óxido de carbono que se quema; 2.^a la parte oscura interior, que es como el depósito de los gases que todavía no se han quemado y permanece fría ó sin calor ni luz; 3.^a la parte exterior brillante, que es la verdadera llama y 4.^a otra parte luminosa sumamente tenue y apenas perceptible, que envuelve toda la llama. Que la parte oscura de la llama está fija, se demuestra poniendo en el extremo de una varilla mala conductora del calor y que no arda, la cabeza de una cerilla fosfórica é introduciéndola en esa porción oscura de la llama, allí permanece bastante tiempo sin arder.

Pues bien, si se corta la llama por esa parte oscura con una tela metálica, los gases pasarán sin quemarse á través de la malla de la tela; pero se les podrá inflamar por la parte exterior de la

misma, aproximando una vela encendida. En este sencillo hecho estriba una de las aplicaciones más importantes ideada por Davy, en la llamada *lámpara de seguridad ó de mineros*, ó simplemente, *lámpara de Davy*, con la cual se hace difícil la inflamación de los gases que se desprenden en el interior de las minas de carbón de piedra, cuya combustión tantas víctimas ha causado en los obreros.

Obra además el oxígeno del aire en las *fermentaciones*. Así la fermentación *acética*, ó *acetificación* del vino, es debida al contacto del oxígeno con determinadas materias del mosto, en el trasiego: la acetificación de los líquidos alcohólicos, es asimismo producida por la acción del oxígeno sobre el alcohol, ó mejor, sobre una microscópica planta criptógama, llamada *Micoderma aceti*. Otro tanto sucede con la fermentación *pútrida* ó putrefacción de las materias orgánicas, cuya descomposición verifica la acción enérgica oxidante del aire, trasformándolas en productos generalmente volátiles. En fin, multitud de cuerpos á quienes altera, ataca ó descompone el aire, se conservan tan solo con privarles de la acción directa ó acceso fácil de este elemento.

La atmósfera además, obrando químicamente, contribuye á la formación del suelo laborable y por lo mismo á la vida de las plantas, en las variadas combinaciones que produce con los elementos de la Tierra, convirtiendo con su ácido carbónico muchos productos insolubles en el agua, como el carbonato de cal, en solubles como el bicarbonato; los fosfatos neutros insolubles, en fosfatos ácidos; así como los elementos del aire, oxígeno y nitrógeno, originan las sales amoniacales (nitrato de amoníaco); productos que, ya solubles, pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas y penetrar en su interior sirviéndoles de elemento de nutrición. Y en fin, el oxígeno del aire, con la humedad y el calor, hacen que se desarrollen esos gérmenes orgánicos, en cantidad á veces prodigiosa, que producen el *paludismo* ó las enfermedades *palúdicas* ya citadas al ocuparnos de los gérmenes orgánicos.

Con tantos y tan variados efectos producidos por el oxígeno del aire, nada tiene de extraño que en la época de Lavoisier y en tiempos posteriores, se diera á este elemento la mayor importancia entre todos los que conoce y estudia la Química, hasta el punto de servir de término de comparación de los *equivalentes* de los cuerpos. Pero en los tiempos modernos háse tratado de sustituir al oxígeno el hidrógeno; pudiendo decirse que, así como hasta hace poco la Química era la ciencia del oxígeno, en la actualidad se intenta establecer la Química del hidrógeno. Seguramente el hidrógeno tiene una gran importancia, dadas sus especiales cualidades y sus combinaciones; pero dista mucho, muchísimo, de ofrecer el interés que el oxígeno, que en tantos y tan importantes fenómenos químicos y fisiológicos figura como causa primera y esencial. Toda la historia del hidrógeno y su modo de ser, por grandes que se

los supongan, no serán bastantes á oscurecer el brillante papel que el oxígeno representa en la vida animal, vegetal y mineral.

C. Efectos geológicos.—Rigurosamente los efectos producidos en la Tierra por la atmósfera, son unos físicos ó mecánicos y otros, y son los mas, químicos; pero como tales efectos modifican de algun modo el aspecto exterior del Globo terráqueo, hé aquí que los considerémos como fenómenos geológicos.

Los efectos mecánicos del aire se reducen á deshacer ó desmoronar ciertos materiales, rocas de poca coherencia, que se hallan en la superficie de la Tierra. El resultado de esta disgregación añadido á la acción producida por las aguas del mar, es la formación de los *Médanos* ó colinas, de forma diferente, que se elevan en las costas arenosas donde reinan vientos fuertes. Los efectos, pues, de los vientos y las aguas hacen que estas colinas avancen hácia el continente destruyendo la vegetación y toda la tierra de cultivo que inundan con sus arenas. Y esta acción mecánica de la atmósfera se nota aun más en los extensos arenales del Africa y del Asia, donde la fuerza del aire, agitado violentamente y con el ímpetu del huracan, levanta y arrastra las arenas y á veces las rocas á distancias considerables.

Pero la acción química que la atmósfera ejerce sobre los materiales del Globo es extraordinaria, pudiendo muy bien decirse que no hay roca que resista á la acción continuada del aire. Mas no es solo en este caso el oxígeno el que ejerce tan poderosa influencia; son además el ácido carbónico y el vapor de agua en condiciones favorables de temperatura y estado eléctrico. Así la *caliza*, el *hierro*, los *feldespatos*, como el granito, los pórfidos, los basaltos y otras rocas, sufren, por la influencia de la atmósfera, profundas alteraciones que las hace cambiar de forma, de estructura y de naturaleza. Y como á la acción química precede casi siempre la alteración mecánica por la atmósfera, disgregadas las rocas, es ya mas facil que los efectos químicos del aire se produzcan con mayor energía, porque la división y separación de las partículas favorece la acción de los agentes atmosféricos y por lo tanto las combinaciones.

Resultado curioso é importante de esa descomposición de los materiales del Globo, son las formas caprichosas que afectan las cúspides de las montañas y los grandes fragmentos de rocas de ellas desprendidos y trasportados á distancias mayores ó menores. Tal se observa en las cordilleras como en el Guaderrama, cuyas moles de granito han sufrido en el trascurso del tiempo alteraciones tan marcadas que se las conoce hoy, por la forma que afectan, con nombres especiales y algun tanto significativos, como el *carro del diablo*, el *canto cochino* y otros; así como la descomposición del *Quader-Sandstein*, en la Suiza Sajona.

D. Efectos fisiológicos.—Son los mas notables y los mas interesantes que ejerce el aire atmosférico por referirse á la vida de los animales y las plantas: el estudio de ellos solos formaría mas de un volúmen, pero nos concretaremos á lo mas esencial.

a. Acción del aire en la vida animal.—Que el Oxígeno del aire es el elemento indispensable para la vida, lo demuestran experiencias bien sencillas; póngase un animal cualquiera, un gorrión por ejemplo, en una campana que contenga Oxígeno; al principio dará señales de vivir alegremente, pero á las pocas horas perecerá y no por falta de Oxígeno, sino antes bien, por activar demasiado la vida el Oxígeno puro; pues introducido en la misma campana otro gorrión vivirá tambien, aunque menos tiempo; y otro tercero aún vivirá, muriendo muy pronto. Si ahora se hace la autopsia de estos animales, se verá que sus pulmones se hallan en un estado inflamatorio y su sangre de un color rojo muy encendido. En efecto, penetrando el aire en el aparato respiratorio de los animales superiores, ó sea los que lo respiran directamente ó por medio de los pulmones, produce según la opinión antigua, sostenida por Lavoisier, una verdadera combustión en la que el Oxígeno, combinándose con el Carbono é Hidrógeno escedentes de la sangre *venosa* ó impura, la convierte en *arterial* ó sangre vital, formándose ácido carbónico y agua, sin que el Nitrógeno intervenga de ningún modo en esta interesante función base de la vida. Circunstancia singularísima, porque hallándose el Nitrógeno en tan gran cantidad en el aire, puesto que forma las cuatro quintas partes de este fluido, parece que debiera representar en los fenómenos fisiológicos, lo mismo que en los químicos; un interesante papel; y sin embargo, sábese muy poco acerca de la acción del Nitrógeno, como no sea en la formación del *nitro*, del *amoniaco* y las sustancias nitrogenadas animales y vegetales. Mas de qué modo obra en el organismo, sobre esto no hay explicaciones satisfactorias; porque suponer que el Nitrógeno tan solo está destinado á moderar la acción demasiado enérgica ó activa del Oxígeno, principalmente en la respiración, no es razon que satisfaga, ni mucho menos; que no hemos de suponer á la naturaleza, cuando tan sencilla es en todas sus creaciones, con tan grande falta de previsión, es decir, formando un cuerpo tan activo para la respiración como el Oxígeno, para necesitar luego crear otro gas, en cuatro veces mas cantidad, tan solo para disminuir la actividad excesiva del Oxígeno.

Los autores modernos y sobre todo los Filósofos, no admiten esas transformaciones indicadas por Lavoisier; sino que suponen que el ácido carbónico y el agua se hallan formados en la sangre venosa y que el Oxígeno no hace mas que reemplazarlos, no solo en el aparato respiratorio, sino en el parénquima de todos los órganos. Objetábase al gran químico francés, que de existir una combustión en los pulmones, el desarrollo del calor debía ser considerable, cosa

que no se ha observado: pero los partidarios de la doctrina de Lavoisier alegaban que hay dos clases de combustión, una *rápida* como la que se verifica cuando hay desprendimiento de calor y luz; y otra *lenta*, en que no se manifiestan estos fenómenos, como en la oxidación lenta del hierro y otros metales por la acción del aire, que es una verdadera combustión. Pero sea de ello lo que quiera, es lo cierto que, penetrando aire en el aparato respiratorio en el acto de la *inspiración*, salen en la *expiración* ácido carbónico y agua en vapor. Demuéstrase la salida del ácido carbónico, el producto mas interesante de la *hematosis* ó trasformación de la sangre venosa en arterial, soplando por medio de un tubo en agua de cal, y el líquido, de claro y cristalino, se pone turbio y opalino, depositándose un polvo, que no es otra cosa que *carbonato de cal*.

Los animales acuáticos, como los peces, respiran el Oxígeno que el agua tiene en disolución, el cual extraen por medio de su aparato respiratorio llamado *branquias* ó *agallas*, cuya forma varía: al efecto, penetrando el agua por la boca sale por las aperturas de las branquias, poniendo así en contacto el aire del agua con los numerosos vasos capilares y sanguíneos de las divisiones branquiales.

La cantidad de Oxígeno que se consume anualmente se calcula en

	Metros cúbicos.
La especie humana	160.000,000,000
Los demás animales	640.000,000,000

y teniendo en cuenta que solo un hombre exhala, *término medio*, en veinticuatro horas 126 litros de ácido carbónico, y que este cuerpo es un gas deletéreo, que, de respirarlo puro, produciría la muerte, pudiera creerse que consumiéndose tan gran cantidad de Oxígeno en la respiración y en las combustiones, ha de llegar un tiempo en que, disminuyendo este y aumentando la cantidad de ácido carbónico, la atmósfera se hará impropia para la respiración y la vida habrá de terminar en la Tierra. Boussingault ha calculado que aproximadamente la cantidad de ácido carbónico que se produce en París, así en la respiración de hombres y animales como en las combustiones, es de 3 millones de metros cúbicos por día. Mas ¡sábía compensación de la naturaleza! si los animales con su respiración, y las combustiones, impurifican la atmósfera, las plantas la purifican en una cantidad próximamente igual, como veremos luego. Por otra parte, el ilustre químico Dumás, que la muerte acaba de arrebatarnos para la ciencia, asegura que, aunque el aire no se purificara constantemente, aun habría Oxígeno suficiente en la atmósfera para 800,000 años, y que solo á los 100,000 notaríamos su disminución.

El aire atmosférico, pues, para que pueda ser elemento de vi-

da animal, es necesario que se halle en determinadas condiciones, predominando el Oxígeno sobre el ácido carbónico; no así para la vida vegetal, en que es mas indispensable el ácido carbónico. En efecto, el aire obra sobre el organismo animal de dos maneras muy diferentes: de un modo mecánico y de una manera fisiológica. En el primer caso, es evidente que el aire de las altas regiones, no ejerciendo la suficiente presión sobre los fluidos del cuerpo, y predominando la de estos de dentro á fuera, pueden salir sin dificultad al exterior, produciéndose hemorragias por las narices ó por los oídos: esto lo confirman los aeronautas que se han elevado á regiones cuyo aire se hallaba muy enrarecido.

Pero mas notable aun es la influencia que sobre el organismo ejerce la escesiva rarefacción del aire ó que contiene cortas cantidades de Oxígeno. Todos los viajeros que han hecho ascensiones á las altas montañas en busca de datos con que enriquecer la ciencia, hablan de las dificultades que ofrece la ascension por los efectos fisiológicos que hace experimentar al hombre, como palpitations, zumbido en los oídos, respiración fatigosa y anhelante por lo acelerada, hemorragias nasales, vértigos y un desfallecimiento general. El límite de la ascensión en las montañas depende de la naturaleza y temperamento de cada persona y de la latitud con la cual está relacionada la temperatura de la montaña. Así, mientras en la cordillera de los Andes, bajo el ecuador, el límite de la ascensión, dada la temperatura de aquella zona, se presenta próximamente á los 4.000 metros sobre el nivel del mar, desde cuyo punto empiezan ya á sentirse los síntomas del vértigo, en los Alpes, donde el frio es considerable, se llega á ese límite á los 3.000 metros. Boussingault, en su subida al Chimborazo, solo pudo llegar con grandes sufrimientos á los 6.000 metros de altura.

Hé aquí lo que Boussingault refiere de esta ascension, verificada en Diciembre de 1831: (1) "A las once acabamos de atravesar una sábana de hielo bastante extendida, en la que nos fué preciso dar cortes para asegurar nuestros pasos. No habiamos hecho esto sin peligro: una resbaladura nos hubiera costado la vida. Entramos de nuevo sobre los despojos de traquito, que para nosotros era la tierra firme, y desde entonces pudimos subir con mayor rapidez. Caminábamos en hilera, yo primero, despues el coronel Hall y en seguida venía mi negro que seguía exactamente mis pasos, á fin de no comprometer la seguridad de los instrumentos que conducía. Guardamos un religioso silencio durante el camino, habiéndome enseñado la experiencia que no hay nada que estenúe tanto á semejantes alturas, como una conversación continua, y si cambiábamos algunas palabras durante nuestros altos, era en voz baja.

(1) Viages á los volcanes del ecuador.

Atribuyo en gran parte á esta precaución el estado de salud que he gozado constantemente durante mis ascensiones á los volcanes, precaución saludable que impuse, por decirlo así, de un modo despótico, á aquellos que me acompañaron; y sobre el Antisana (1), un negro por haberla olvidado, llamando con toda la fuerza de sus pulmones al coronel Hall que se había perdido mientras atravesábamos una nube, vióse acometido de vértigo y experimentó un principio de hemorragia.”

”Bien pronto alcanzamos la arista que debíamos seguir y que no era tal cual la juzgamos desde lejos: tenía en verdad, poquísimas nieves, pero presentaba escarpaduras difíciles de escalar. Preciso fué hacer insuperables esfuerzos y la gimnástica se hace penosa en aquellas aéreas regiones. Llegamos por fin al pié del muro de traquito cortado á pico, que medía varios centenares de metros de elevación. Hubo un momento de verdadero descorazonamiento en la expedición, cuando el barómetro nos indicó que solo nos hallábamos á 5.680 metros de altura. Poco era para nosotros, pues ni siquiera era la misma altura á que nos colocamos sobre el Cotopaxi (2). Además Humbóldt había trepado más arriba en el Chimborazo (3), y nosotros queríamos por lo menos alcanzar la estación en que se había detenido aquel sabio viajero.”

De la hecha por Saussure al Monte Blanco, en 1.º de Agosto de 1787, copiamos lo siguiente: ”Entonces pude entregarme tranquilamente á la contemplación del gran espectáculo que se presentaba ante mi vista. Un ligero vapor suspendido en las regiones inferiores del aire me impedía ver los objetos más bajos y más alejados, tales como las llanuras de Francia y de Lombardia, pérdida que no sentía mucho, porque lo que acababa de ver, y de ver con una gran claridad, era el conjunto de todas las altas cimas, cuya organización deseaba conocer hacía mucho tiempo. No creía aquello que veían mis ojos: parecíame un sueño el contemplar á mis plantas aquellas majestuosas cimas, aquellas temibles agujas, el Mediodía, La Plateada, el Gigante, cuyas mismas bases habíanme sido de un acceso tan difícil y peligroso.”

”Pero así que fué preciso preparar mis instrumentos, veíame obligado á interrumpir mis trabajos á cada momento para ocuparme del cuidado de respirar. Si se considera que el barómetro no marcaba allí sino 16 pulgadas y una línea, y que, por lo tanto, el aire no tenía ni siquiera la mitad de su densidad comun, se comprenderá que era preciso suplir la densidad por la frecuencia de las

(1) Volcán situado en la República del Ecuador á 5.835 métrros sobre el nivel del mar.

(2) Volcán en el mismo país, á 5.755 metros de altitud.

(3) Montaña de los Andes, en la América del Sud, (Ecuador) á 6.528 métrros de altura sobre el nivel del mar.

aspiraciones. Y como dicha frecuencia precipitaba el movimiento de la sangre, mayormente por no hallarse contrafajadas las arterias en la parte exterior por una presión igual á la que se experimenta de ordinario, nos sentiamos todos atacados de fiebre.”

”Permaneciendo en completo reposo solo experimentaba un ligero malestar, una leve predisposición al mareo, pero así que me ponía en movimiento ó fijaba la atención por espacio de algunos minutos, y sobre todo cuando al agacharme comprimía el pecho, necesitaba reposar dos ó tres minutos.” (1)

Pues bien, todos esos efectos son debidos á la poca cantidad de Oxígeno, dado el enrarecimiento del aire, pues en cada inspiración entra en los pulmones una cantidad de Oxígeno mucho menor que la necesaria para la hematosis ó conversión de la sangre venosa en arterial; y á consecuencia de ese mismo enrarecimiento del aire y falta de la presión suficiente, es por lo que se acelera la respiración y aumenta la fatiga pulmonar. Además, los esfuerzos musculares que se hacen en la subida por la montaña, determinan una mayor actividad en la sangre y la necesidad de más cantidad de Oxígeno, que, no hallándolo en cantidades suficientes, ocasiona los fenómenos referidos. Esta acción se comprueba con lo que acontece en las ascensiones aerostáticas donde el aereonauta no hace esfuerzo muscular alguno y por lo tanto puede elevarse á muchas alturas en el aire antes de sentir los efectos del desfallecimiento, que en la subida por la montaña.

La influencia del frío en el aire de la región alta, es también notable en la acción que produce el Oxígeno para contrarrestar los efectos de la baja temperatura. Así los habitantes de Quito, en el Ecuador, que se hallan á 3.000 metros de altura, tienen bastante energía y vitalidad para resistir un aire sin el suficiente Oxígeno; pero en los Alpes, bajo un frío excesivo, los Monjes del Monte de San Bernardo no resisten fácilmente aquel aire, que aunque puro, es escaso de Oxígeno y de Nitrógeno, si bien de este gas ya hemos dicho que se desconoce la acción que ejerce; y así se afirma que casi todos aquellos monjes mueren jóvenes, siendo muy pocos los que alcanzan la edad de treinta y ocho años.

Más adelante veremos la relación que existe entre la altitud ó altura sobre el nivel del mar y la presión de la atmósfera y su densidad.

b.—Acción del aire en la vida vegetal.—Respirando los animales constantemente Oxígeno, como dejamos dicho, y convirtiéndose en ácido carbónico impropio para la vida, había temores, á pesar de los cálculos del eminente Dumás, de que aquel elemento esencialmente vital se consumiese hasta el punto de que su canti-

(1) Viaje por los Alpes.

dad en la atmósfera no fuera suficiente para la vida; pero los vegetales se encargan, con su respiración especial, de devolver al aire el Oxígeno gastado, habiendo así un equilibrio tal, que la cantidad de Oxígeno no disminuye de una manera sensible. En efecto; la respiración vegetal se efectúa por las partes verdes de la planta, principalmente por las hojas, en las cuales se hallan multitud de aberturas, bocas ó *estomas*, imperceptibles á simple vista. El número de esos estomas de la epidermis del vegetal es prodigioso: cuéntanse, con el auxilio del microscópio, hasta treinta mil por centímetro cuadrado de superficie de hoja. Estas aberturas bajo la influencia de la luz, absorven el ácido carbónico que descomponen, reteniendo el Carbono y exhalando el Oxígeno, que vuelve á enriquecer la atmósfera. Sin embargo, parécenos que el fenómeno no pasa así con tanta sencillez como lo explican todos los botánicos y químicos; porque ese carbono—que indudablemente existe en muy notable cantidad en los vegetales, como lo demuestra el que cuando se queman de una manera imperfecta dejan un gran residuo de carbón—no se halla en la planta viva en tal estado de carbono libre, como parece debiera suceder, sino de constitucion indudablemente orgánica. ¿En qué estado? ¿bajo qué forma? eso es lo que no dice la Fisiología, ni la Botánica, ni la Química llamada Orgánica. Pero el hecho es cierto; las plantas están encargadas de verificar esa trasformacion del ácido carbónico que producen los animales en su respiración, en Oxígeno tan necesario para la vida animal.

Pero el Oxígeno no es solo el elemento vital de los animales; lo es tambien indispensable á las plantas, empezando por el desarrollo de sus embriones. Una semilla íntegra y con todas las condiciones de vitalidad perfecta, colocada en la humedad y calor necesarios, pero puesta en el vacío, no germina. Además, las plantas tambien respiran, pero ¿de qué manera se verifica y qué fenómenos producen en este acto? Punto es este todavia no bien estudiado. Botánicos de gran nombradía opinan, y es la creencia más general, que durante el dia, es decir, bajo la acción de la luz del Sol, las partes verdes absorven ácido carbónico, fijando ó reteniendo el carbono y desprendiendo el Oxígeno; y que las partes coloreadas, pero no verdes, que son las ménos, respiran ó absorven Oxígeno, como los animales, y exhalan ácido carbónico: pero las mismas partes verdes, durante la noche, respiran como los animales, absorviendo Oxígeno y exhalando ácido carbónico. De aquí lo perjudicial y anti-higiénico de tener macetas ó tiestos con flores y plantas vivas dentro de las habitaciones y en los dormitorios durante la noche, pues no solo consumen Oxígeno, que no se reemplaza fácilmente en habitaciones cerradas, sino que impurifican la atmósfera con el ácido carbónico que exhalan.

Pero no falta quien afirme que los vegetales respiran como los animales: es decir, que absorven Oxígeno que, puesto en contacto

con la sávia ascendente se combina con el Carbono, formándose así ácido carbónico, cuyo ácido á su vez, en contacto con la *clorófila* ó parte verde de los vegetales, se descompone bajo la influencia de la luz, produciendo Oxígeno: esta teoría explica el por qué las partes coloreadas desprenden el ácido carbónico que entonces se exhala. Además se dice que lo que prueba que las plantas necesitan Oxígeno y que un exceso de ácido carbónico las mata, es que allí donde se desprende en abundancia, como en algunas erupciones volcánicas, los árboles y las plantas perecen; más para atribuir este fenómeno al ácido carbónico, era preciso que quedara bien probado que no se desprenden en esas erupciones otros gases verdaderamente deletéreos ó venenosos para la vida vegetal. Porque es lo cierto, y la Geología lo demuestra, que cuando la atmósfera, allá en los tiempos geológicos, se hallaba muy condensada y con gran cantidad de ácido carbónico, la vegetación se desarrolló vigorosa y con una exuberancia de vida extraordinaria; y la cantidad de Carbono entonces absorvida fué tan considerable que, cuando por cataclismos posteriores fueron destruidos ó quemados imperfectamente los inmensos bosques de aquellos gigantescos árboles, quedaron sepultados entre las capas de la tierra bancos de gran espesor de *Carbon de piedra*, no ménos que de *Antracita*, *Succino*, *Lignito*, *Asfalto*, *Betunes*, *Petróleo*, *Carburos* de hidrógeno, productos todos carbónicos de origen vegetal.

III.

PRESION ATMOSFÉRICA

Y MEDIOS DE APRECIARLA.

El aire, á pesar de su gran tenuidad y su extremada ligereza, es un fluido grave ó pesado, y como tal, los cuerpos en él colocados ó sumerjidos sufren presiones en todos sentidos, proporcionales á sus superficies: ó de otro modo, la atmósfera gravita y ejerce presion sobre los cuerpos todos de la superficie de la tierra. Esas presiones necesariamente han de ser en todos sentidos y por lo mismo el exterior de los cuerpos ha de hallarse sometido al peso que el aire ejerce. De todas esas presiones, la más interesante sin duda es la de arriba abajo, que es causa de fenómenos muy importantes. Esa presión tiene su historia en la Física. Refieren los historiadores que los fontaneros del Gran Duque de Florencia, Cósme de Médices, habiendo observado que el agua no se elevaba nunca

por medio de las bombas más que á treinta y dos piés escasos, aun cuando en ellas se hacía el más completo vacío, consultaron este punto con Galileo y el ilustre físico les contestó: *el hecho es muy sencillo: decís que la naturaleza tiene horror al vacío, pero esto no es exacto; la naturaleza no tiene horror al vacío de ningún modo, sino que, tratándose del agua, la presión ó peso de la atmósfera no tiene fuerza bastante para elevar el agua más que hasta esa altura de treinta y dos piés.* Sea ó no exacta la relación histórica de este hecho, es lo cierto que Torricelli, discípulo de Galileo, trató de ver y demostrar si efectivamente la atmósfera ejercía alguna presión en la superficie de la Tierra, y logró en efecto demostrarlo concluyentemente con la siguiente experiencia. Tomó el físico italiano un tubo de vidrio de unos 90 centímetros de largo por 6 ó 7 milímetros de diámetro, abierto por un extremo y cerrado por el otro: lo llenó de azogue ó mercurio, y tapando con el dedo la extremidad abierta, invirtió el tubo y lo introdujo en una cápsula ó cubeta que contenía también mercurio, separando entonces el dedo pudo observar que solo una pequeña porción del mercurio contenido en el tubo descendía á la cubeta, quedando en el interior una columna mercurial. ¿Qué fuerza, al parecer oculta y misteriosa, sostiene el mercurio dentro del tubo? ¿Por qué no cae todo el líquido metálico á la cubeta, obedeciendo á la acción de la gravedad? Por el peso del aire ó la presión que este ejerce de arriba abajo sobre el mercurio de la cápsula.

Conocida del mundo sabio esta sencilla, pero preciosa experiencia, se trató por diversos medios de comprobar si efectivamente la presión del aire era la causa de la elevación del mercurio en el tubo de Torricelli; porque esa presión no ha de ser siempre la misma, pues á medida que nos elevamos en la atmósfera, la columna de aire que gravita sobre una superficie dada es menor, y por lo mismo su peso y su presión disminuyen. Además que también hacen variar esa presión la temperatura, la humedad y el estado eléctrico, porque aumentan ó disminuyen el peso del aire. Repetida la experiencia de Torricelli en muy variadas y diferentes condiciones de altura, calor, etc., de la atmósfera, en los valles y en las montañas, y con líquidos diferentes, los resultados confirmaron plenamente el experimento del célebre físico romano.

Si, pues, la columna de mercurio contenida en el tubo de Torricelli representa la presión atmosférica, ¿será fácil averiguar cuál es esa presión en kilogramos para una superficie dada? Sin duda ninguna: suponiendo que la altura del mercurio en el tubo de Torricelli es de 76 centímetros y la sección inferior del tubo de 1 centímetro cuadrado, el volúmen del mercurio, que es un cilindro, será igual á 76 centímetros cúbicos; y como un centímetro cúbico de mercurio pesa 13 gr. 6, los 76 pesarán 1.036,6 gramos, ó un kilogramo, 33 gramos: luego sobre cada centímetro cuadrado

la atmósfera ejerce una presión de 1 kilogramo y 33 gramos: y sobre un decímetro cuadrado la presión es de 103 kilogramos 300 gramos; siendo, en fin, sobre un metro cuadrado la presión ejercida por la atmósfera de 10.330 kilogramos; peso enorme que seguramente pondrá en duda quien no medite bien sobre estos hechos. Y la admiración subirá de punto al considerar que el cuerpo del hombre tiene, término medio, metro y medio cuadrado de superficie, y que por lo tanto, el aire atmosférico está comprimiendo el cuerpo humano con una fuerza de 15.495 kilogramos. Paradoja á primera vista inesplicable; pues nuestro cuerpo se mueve en el aire con la mayor facilidad, sin encontrar resistencia alguna y cual si se agitase en el vacío: pero la explicación de este *misterio* es sencillísima. El aire, segun se deja indicado, ejerce presiones en todos sentidos, y por lo tanto, la presión de abajo arriba equilibra ó contrarresta á la de arriba abajo: ejerce el aire, por ejemplo, una presión vertical hácia abajo, de 100 kilogramos, pues otra presión vertical produce el aire hácia arriba de 100 kilogramos.... no, mayor de 100 kilogramos, porque la presión de abajo arriba es mayor que la de arriba abajo; y esto explica que los cuerpos colocados en el aire pesen ménos que en el vacío, segun el principio de Arquímedes.

Y si un litro de aire pesa, segun queda dicho, 1 gr. 3; y un metro cúbico de aire, á la presión de 760^{mm} y temperatura de 0° pesa 1.2932, el peso total de nuestra atmósfera es de 527×10^3 toneladas métricas ó sea $\frac{1}{1.130.000}$ del peso total de la Tierra. Este

dato fué determinado primero por Pascal, quien en su obra *¿Cuánto pesa la masa entera de aire que hay en el mundo?*, dá á conocer los cálculos y observaciones hechas por él sobre este particular, y que propiamente corresponden á los datos obtenidos por los sabios modernos; es decir, de 5.000 billones de kilogramos. Toda ésta masa, pues, que forma nuestra atmósfera, pesa tanto como una bala de cobre de 100 kilómetros de diámetro, ó de 75 leguas de circunferencia. No es, pues, el peso del aire cosa despreciable, ni consecuencia de él las presiones que origina en la superficie de la Tierra, presiones que varían segun la altura sobre el nivel del mar. Existe, en efecto, una gran relación entre la presión atmosférica y la altura sobre el nivel de los mares, suponiendo la temperatura á 0°, como demuestra el adjunto cuadro, formado despues de numerosas y prolijas observaciones:

ALTITUD.	PRESION.	ALTITUD.	PRESION.
0 ^m	760 ^{mm}	6.400 ^m	330 ^m
1.600	625	8.000	260
3.200	510	16.000	70
4.800	410	24.000	6

De estos datos resulta que solo menos de la mitad de la atmósfera se halla encima de los Alpes, y que el peso de la cantidad que existe sobre el Chimborazo, es menos de la tercera parte del peso total de la atmósfera.

Asimismo la presión atmosférica varía necesariamente también, porque varía el peso ó la densidad del aire, á medida que aumenta la altura de la atmósfera. Así, considerando que al nivel del mar esa densidad está representada por 1.000, disminuye con la altura de las capas de aire, del modo siguiente:

ALTITUD.	DENSIDAD.	ALTITUD.	DENSIDAD.
0 ^m	1.000	6.400 ^m	0.490
1.600	0.844	8.000	0.395
3.200	0.710	16.000	0.135
4.800	0.595	24.000	0.030

Tal variación es la causa del efecto físico que dejamos apuntado, respecto á la influencia del aire en la evaporación del agua en la superficie de la Tierra, cuyo grado de temperatura varía según la altitud, como hemos visto.

Muchas son las causas que hacen variar el valor de la presión de la atmósfera, siendo una de las mas notables la latitud geográfica, como lo demuestra el adjunto cuadro debido al físico Muncke, suponiendo que la presión es al nivel del mar y á la temperatura de 0°.

LATITUD.	PRESION MEDIA.	LATITUD.	PRESION MEDIA.
0°	760,21 ^{mm}	50°	762,68 ^{mm}
10	760,34	60	763,37
20	760,71	70	763,93
03	761,27	80	764,29
40	761,95	90	764,41

Pues bien, ¿de qué modo se han podido realizar tantas y tan variadas observaciones? Por medio de la experiencia de Torricelli, método ingenioso y sencillísimo de conocer la presión atmosférica y que dió origen á ese importantísimo instrumento conocido con el nombre de *Barómetro*. Se conocen muy diferentes clases de barómetros; pero todas están fundadas en el mismo principio físico; es decir, la presión atmosférica. Pero para que sus indicaciones sean exactas, es preciso corregir algunos errores que pueden ofrecer y construirlos con la mayor delicadeza. Citaremos los mas importantes.

a.—*Barómetro de cubeta*.—El sencillo aparato de que se valió Torricelli para demostrar la presión atmosférica, constituye ya un barómetro. El tubo de vidrio con su cubeta colocado en posición vertical en una tabla, forma el *Barómetro de cubeta*. La porción superior del tubo que queda completamente vacía, ha recibido el nombre de *Cámara barométrica ó vacío de Torricelli*, en recuerdo del ilustre físico. El tubo que se emplee en la construcción del barómetro ha de estar bien seco interiormente y el mercurio también muy seco y puro.

Mas como el mercurio asciende en el tubo, si la presión de la atmósfera aumenta y por el contrario desciende si aquella disminuye, hácese preciso conocer la extensión ó altura de la columna mercurial, y para ello el tubo barométrico lleva una escala cuyo cero corresponde á la superficie del mercurio de la cubeta, dividida, en lo antiguo, en pulgadas y líneas, y modernamente en centímetros y milímetros, con mas un sencillo aparato, un Vernier, que aprecia las fracciones de milímetros. Correspondiendo el cero de la escala al nivel del mercurio en la cubeta, como este varía constantemente, pues cuando aumenta la presión pasa parte del mercurio al tubo y el nivel desciende; y disminuyendo aquella cae del tubo á la cubeta, la forma y capacidad de esta ha de ser tal, para que el nivel y por lo tanto el cero, permanezca invariable, que en gran superficie contenga la menor cantidad posible de mercurio; por ejemplo la de un cilindro cuya altura sea igual al diámetro de la base: de este modo las variaciones son menos sensibles, pero aun así no se evita por completo este error, lo que solo se logra con los barómetros de fondo ó escalas movibles.

Llámase *altura barométrica* la distancia vertical del cero ó sea del nivel del mercurio en la cubeta hasta el del tubo en la cámara barométrica. La *altura media* del barómetro y por lo tanto la presión media de la atmósfera al nivel del mar está representada por el peso de una columna de mercurio de 761^{mm} y para un barómetro de agua de 10^{mm} , 33.

Como por mucho que disminuya la presión, en un mismo punto de la Tierra, no es fácil que llegue á bajar el mercurio en el tubo mas que una porción dada, poco más de medio diámetro, no hay

por lo tanto necesidad de trazar la escala á todo lo largo del tubo, sino tan solo en la parte superior, cerca del nivel del mercurio.

b.—Barómetro de Fortin.—En las indicaciones del barómetro puede haber error, segun hemos indicado, á causa de variar constantemente la posicion del cero de la escala, en cuyo caso la altura que el mercurio señale dentro del tubo, no representará exactamente la presión de la atmósfera. Y á este inconveniente se agrega la dificultad de trasportarle, porque el aire puede fácilmente penetrar en el *vacío de Torricelli*. Estos inconvenientes se evitan con el barómetro de Fortin. La cubeta, que es de vidrio, tiene el fondo formado por piel de gamuza, que comprimida por un tornillo que lleva en la parte inferior, puede subir ó bajar. En la cara superior de la cubeta hay fija una punta de marfil, á cuyo extremo corresponde el cero de la escala, de modo que en todas las observaciones el nivel del mercurio de la cubeta ha de enrasar con la punta de marfil. La cubeta, como el cubo barométrico, van encerrados en un estuche de metal que lleva dos aberturas longitudinales opuestas para ver el nivel del mercurio en la cubeta y tubo, y en cuyo estuche, á la derecha, está trazada la escala en milímetros, con su correspondiente vernier. Para hacer una observación, se vé si la punta de marfil no enrasa con el nivel del mercurio; en ese caso, si está mas alta, se dá vueltas sobre la derecha al tornillo en que se apoya el fondo de la cubeta, de modo que elevándose con el mercurio, llega á enrasar con la punta, entonces se mide la altura en el tubo por medio de la escala: y al contrario, si la punta de marfil estuviera cubierta con el mercurio por haber descendido del tubo y aumentado en la cubeta, se hace girar el tornillo sobre la izquierda, el fondo baja y se enrasa la punta.

Cuando hay necesidad de trasportar el barómetro para hacer observaciones en el campo ó por otras causas, se mueve el tornillo de modo que el fondo se eleve hasta que cubeta y tubo estén llenos de mercurio, en cuyo caso ni penetra el aire, ni hay temor de que se rompa el tubo por el choque del metal líquido.

c.—Barómetro de Winkelman.—Cuando el barómetro no ha de trasportarse, es decir, ha de servir para observaciones en un mismo punto ó localidad, es preferible el barómetro de Winkelman que figura en casi todos los Observatorios meteorológicos. Este barómetro tiene el fondo de la cubeta fijo, pues la gamuza se altera, agrietándose por el calor excesivo y la punta de marfil, donde se supone el cero, está fija en el extremo inferior de la escala con la cual se mueve, verificándolo á lo largo del estuche por medio de una barra dentada que engrana en un piñón. Para hacer una observación se mueve la escala, y por consecuencia la punta, hasta que enrase con el mercurio.

Otros varios barómetros se conocen, como el de Sifón ordinario y el modificado por Gay-Lussac, y el de Bunsen, así como el de

Cuadrante: pero solo citaremos los metálicos, entre los que figuran el de Bourdon y el Aneroide, que son barómetros notables por su pequeño volumen (pues los hay de bolsillo ó del tamaño de un reloj), por su sensibilidad y porque no están expuestos á los contratiempos y roturas de los de vidrios y mercurio.

d. *Barómetro de Bourdon.*—Está fundado en el principio físico siguiente: si en un tubo metálico de paredes flexibles y elásticas arrollado en ligera espiral, se ejerce una presión sobre la superficie exterior, se arrolla ó cierra; pero si esa presión disminuye, se desarrolla á causa de su elasticidad. Está, pues, formado este barómetro por un tubo de latón de paredes aplanadas, delgadas, flexibles y elásticas, en el cual, por modo ingenioso, está hecho el vacío. Hállase fijo verticalmente por su centro formando casi un círculo: en sus extremos lleva dos palancas que se articulan á un arco de rueda dentada que engrana en un piñón, en cuyo eje hay fija una aguja, empavonada de azul, que puede girar sobre un cuadrante donde se halla una escala circular que representa centímetros y milímetros y además las palabras *Buen tiempo, Variable, Lluvia, Tempestad*, etc. El tubo metálico y la aguja se hallan dentro de un estuche de metal ó de madera. Si la presión atmosférica aumenta, el tubo se cierra aproximándose sus extremos y la aguja se mueve de izquierda á derecha, corriendo sobre la escala graduada y si disminuye al abrirse el tubo ó separarse las palancas hacen girar la aguja en sentido contrario.

e. *Barómetro Aneroide.*—Llamado tambien *Holostérico*, está fundado en el mismo principio físico que el anterior, con la diferencia de que, en lugar de tubo aplanado, es una caja metálica hueca y vacía, de paredes muy delgadas y acanaladas para que sean mas flexibles y presenten mas superficie á la presión del aire. Tiene algunos otros detalles que varían segun los constructores. Los movimientos de las paredes producidos por la presión mayor ó menor del aire, se transmiten por medio de palancas ú otro mecanismo á la aguja que gira como el de Bunsen sobre un cuadrante.

En estos barómetros lleva la tapa anterior de vidrio una aguja dorada que gira movida por la mano y que colocada, despues de hacer una observación, paralela á la del barómetro, indica luego cuanto se ha movido la del instrumento, en un sentido ú otro. En los de pequeñas dimensiones ó de bolsillo, la tapa de vidrio es movable y lleva un pequeño estilo ó aguja fija, de modo que es la tapa la que se hace girar para que la aguja coincida con la del barómetro.

Para medir con la mayor exactitud posible la presión atmosférica, es preciso que el barómetro no tenga causa de error ninguna, ó que la columna de mercurio dentro del tubo corresponda á la verdadera presión atmosférica. Esto no se logra, sino se corrigen ciertos errores de la altura barométrica, producidos por la *capilari-*

dad, la temperatura del mercurio y la altura sobre el nivel del mar.

El mercurio en el barómetro de cubeta, como en los tubos de vidrio, sufre una depresión mayor ó menor según el diámetro del tubo, siempre que éste no sea excesivo. Esa depresión no depende solo del radio interno del tubo, sino, para un mismo tubo, de la altura de la *flecha*; que se llama así la distancia de la base del menisco hasta el vértice; altura que varía según que se forme en el ascenso ó en el descenso del mercurio. Conocido el diámetro del tubo, queda anotado para siempre y se determina la corrección que corresponde por medio de tablas calculadas como la de Delcros; para lo cual, leyendo en la intersección de las columnas horizontal y vertical, el número que señale indica la corrección que hay que hacer, que siempre es aditiva.

Corrección de capilaridad.

Diámetro interior del tubo en milímetros.	ALTURA DEL MENISCO EN MILÍMETROS.						
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
4	0,60	1,16	1,65	2,05	2,35	„	„
6	0,24	0,48	0,70	0,99	1,07	1,21	1,32
8	0,12	0,24	0,35	0,46	0,55	0,64	0,71
10	0,07	0,13	0,19	0,25	0,31	0,35	0,40

Ejemplo: la altura que señala el barómetro es de $750^m,6^m$; el diámetro interior del tubo es de ocho milímetros y la altura del menisco es de $0^m,8^m$, la corrección será de $0^m,46^m$ y por lo tanto la altura verdadera es de $751^m,06^m$.

No menor es la influencia que ejerce la temperatura, pues el calor obra sobre el mercurio, como en todos los cuerpos, dilatándolo ó contrayéndolo, según que la temperatura aumente ó disminuya, variando así la densidad del azogue y no siendo por lo tanto la altura la misma para presiones iguales. Para conocer esa temperatura llevan los barómetros un termómetro lo mas próximo posible al tubo barométrico, lo cual dá la temperatura del aire ambiente, más no la del mercurio; por eso en el barómetro de escala movable y fondo de la cubeta fijo, construido por Barthelemy, el termómetro va introducido en el mismo mercurio de la cubeta. Observada, pues, la altura del barómetro y la temperatura que señale el termómetro, por medio de una fórmula, ó por tablas de fácil manejo, calculadas según la fórmula, se deduce la corrección, que es una cantidad sustractiva ó que se resta de la altura hallada

cuando la temperatura es superior á cero grados, y aditiva si la temperatura es inferior á cero. Así para una presión de 749^{mm},7, (corregida la capilaridad) y temperatura de 16°, la corrección termométrica es de 1.93, y por lo tanto la altura verdadera 477^{mm}77, como puede verse en el siguiente cuadro, parte de la tablas calculadas, lo bastante para nuestro objeto.

Corrección de temperatura.

ALTURA.	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º
730	0,118	0,235	0,353	0,470	0,588	0,705	0,823	0,940	1.058
735	118	237	356	473	592	710	828	947	1.065
740	119	238	357	477	596	715	834	953	1.072
745	120	240	360	480	600	720	840	960	1.080
750	0,121	0,242	0,362	0,483	0,604	0,724	0,845	0,966	1.087
755	122	243	365	486	608	729	851	972	1.094
760	122	245	367	489	612	734	857	979	1.101
765	123	246	369	493	616	739	862	985	1.108
770	124	248	372	496	620	744	868	992	1.116

Por fin, como generalmente las observaciones barométricas hechas en diferentes lugares de la Tierra, hay que compararlas entre sí, es necesario que todas las indicaciones de la presión se refieran á una misma elevación, ó como si todos los barómetros estuviesen colocados á la misma altura en la atmósfera. Mas como así no sucede, pues la altura de los lugares varía, se hace preciso hacer la correspondiente corrección, en función de la temperatura por medio de la siguiente tabla para las presiones que se indican, las bastantes á nuestro fin: de modo que si la presión de la atmósfera, corregida de capilaridad y temperatura, es de 749^{mm},7 y la temperatura de 15°,0 la corrección es 15,3, que se añade á la altura hallada; resultando 765^{mm},0; como si el barómetro estuviese colocado al nivel del mar.

Reducción al nivel del mar de determinadas alturas barométricas.

Temperatura exterior.	BARÓMETRO.				
	730 mm	740	750	760	770
— 5°	16,1 ^{mm}	16,3 ^{mm}	16,5 ^{mm}	16,8 ^{mm}	17,0 ^{mm}
0	15,8	16,0	16,2	16,4	16,7
+ 5	15,5	15,7	15,9	16,1	16,3
10	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0
15	14,9	15,1	15,3	15,5	15,7
20	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4
25	14,4	14,5	14,7	14,9	15,1
30	14,1	14,3	14,5	14,7	14,9
35	13,8	14,0	14,2	14,5	14,8

Curioso é interesante es el estudio de la presión atmosférica, ya por lo que se refiere á las oscilaciones que experimenta y que tan perfectamente señala el barómetro, en los diversos meses y estaciones del año, ya por la influencia que en ella ejercen la diferente dirección y variadas velocidades de los distintos vientos que reinan en una comarca determinada. Las oscilaciones barométricas, consecuencia de la mayor ó menor presión de la atmósfera, obedecen á diversas causas como la temperatura y la dirección é intensidad del viento. Bien se comprende que si la temperatura del aire fuese uniforme y siempre la misma en toda la atmósfera, ésta permanecería en perfecto estado de equilibrio, sin que corriente alguna de aire turbase el estado general de la atmósfera; y su densidad ó peso será el mismo para una misma altura; siendo igual y constante siempre la presión atmosférica para una misma altitud. Pero como el calor de la atmósfera no es el mismo, variando constantemente aun en un mismo día, resultando que si el aire de determinada región se calienta, enrarecido y con menor peso ascenderá hácia las altas regiones, disminuyendo la presión y bajando en consecuencia la columna barométrica: al contrario de lo que sucederá en la región donde el aire se condensa, que aumentará la presión y subirá el barómetro.

La dirección é intensidad de los vientos ejerce muy marcada influencia en las oscilaciones barométricas; si bien esta influencia es consecuencia de la densidad y temperatura diferentes que adquieren los vientos según los puntos de donde proceden. Estas oscilaciones variables de un día á otro y en un mismo día, se refieren á dos clases, *Oscilaciones accidentales* y *Oscilaciones diurnas*. Las primeras son muy irregulares y dependen de las Estaciones,

de la posición de la comarca y de la dirección de los vientos; no así las oscilaciones diurnas que son constantes y se verifican periódicamente, observándose dos oscilaciones extremas á determinadas horas del día, *máxima* y *mínima*, y otras dos durante la noche; con gran regularidad en las regiones intertropicales, pues en los demás climas las oscilaciones accidentales perturban algún tanto á las diurnas. Las dos *máximas* alturas se verifican al mismo tiempo en todos los climas, variando tan solo en las Estaciones, y sucede á las 9 horas de la mañana y 9 de la noche; y las *mínimas* á las 3 horas de la mañana y 3 de la tarde: de modo que bien pueden compararse esas presiones mayores y menores de la atmósfera á la regularidad de las mareas, puesto que el Océano atmosférico produce tambien su flujo y reflujo. Esas variaciones están representadas por 4 milímetros á lo más. ¿Y cuál es la causa de ese ascenso y descenso periódico, próximamente siempre á las mismas horas del día y de la noche? En rigor se desconoce la causa de esos fenómenos; pues si bien pudiera explicarse, por lo que toca á las oscilaciones durante el día, por la influencia del calor del sol que permite al aire y su vapor acuoso hallarse mas condensado y por lo mismo mas denso á las 9 de la mañana, relativamente á su dilatación y mayor ligereza á las 3 de la tarde, no cabe esta explicación para comprender esas oscilaciones durante la noche. ¿Será acaso la influencia atractiva de la Luna y del Sol, como la ejercen en las aguas del mar que originan las mareas? Quizás: pero ocurre una dificultad, y es que, si bien el flujo y reflujo de las aguas es periódico, no se verifica siempre á la misma hora, como sucede en los movimientos de ascenso y descenso del barómetro. La *amplitud* de las oscilaciones, ó sea la diferencia media en las alturas máxima y mínima, varía, creciendo desde el Ecuador á los polos.

Por altura *media diurna* se entiende el número que resulta de sumar las observaciones hechas durante el día, divididas por el número de ellas. En muchos casos, aproximadamente la altura del barómetro á medio día, es la altura media diurna. Sumadas las medias diarias del mes y divididas por el número de días que tenga el mes, se tiene la *media mensual*, y del mismo modo con la suma de las doce medias mensuales, divididas por 12, se obtiene la *media anual*; y así se puede hallar la media de un quinquenio ó de un decenio.

La *presión media* general al nivel del mar, ya digimos que está representada por 761^{mm}. En el Ecuador es de 758^{mm} llegando entre las latitudes de 30 á 40 grados, á 763^{mm} y va decreciendo luego con la altura.

Aparte de la determinación de la presión atmosférica por medio del barómetro, ofrece este instrumento aplicaciones importantes, ya para medir alturas, ya tambien para conocer los cambios atmosféricos. Empleado para el primer objeto es un verdadero

aparato geodésico. Disminuyendo la presión de la atmósfera á medida que se asciende sobre el nivel del mar, la columna de mercurio del barómetro irá bajando en una cantidad proporcional á la altura, y lo contrario sucederá si desciende debajo de aquel nivel en el interior de los pozos y galerías subterráneas. Luego por el número de milímetros que el mercurio baje ó suba, se podrá saber la altura ó la profundidad á que ha llegado; aplicación tan interesante, que hace del barómetro un excelente instrumento de geodesia. Y en prueba de tal importancia, podemos citar como dato curioso é interesante que demuestra la innegable utilidad del barómetro, el hecho ocurrido con las observaciones verificadas en el Observatorio Astronómico y meteorológico de Madrid, con el fin de conocer la altitud del pico inferior del Observatorio y despues de numerosas observaciones y trabajos delicados el sábio Director de aquel el Ilmo. Sr. D. Miguel Merino, la fijó en 655 metros, hallándose la cubeta del barómetro á medio metro de altura sobre el piso; y poco despues el *Instituto Geográfico* al hacer la nivelación de precisión desde Madrid al Mediterráneo por el método geométrico, halló que *la diferencia de nivel* entre el piso del Observatorio de Madrid y centro de su rotonda y el punto del muelle de Alicante donde, término medio, llegan las aguas del mar, era la misma de 655 metros y 562 milímetros. (1)

Si se supone que la densidad del aire es siempre la misma para cada capa atmosférica, aunque variable, variando las capas en altura, será muy fácil averiguar la altitud de un lugar con solo observar el descenso del barómetro; pues siendo la densidad del aire 10.466 veces menor que la del mercurio, si el barómetro, en una altura dada, desciende 1 milímetro indicará que la densidad de la Atmósfera ha disminuido en una cantidad igual al peso de una columna de aire de $10^m,466$, que será la altura á que se ha elevado. Si el barómetro baja 2, 3, 4... milímetros, la altura á que se ha ascendido, ó donde en aquel momento esté colocado el barómetro, será de 2, 3, 4... veces $10^m,466$. Mas estos datos que proporciona la teoría no responden en la práctica, pues el fenómeno no se presenta con tanta regularidad y sencillez, porque la densidad de la Atmósfera, si bien vá decreciendo hácia las partes superiores, lo verifica sin ley determinada, pues en ella influye mucho la temperatura que tan variable se ofrece continuamente en todo el aire, y por lo tanto la regla anterior basada en tan sencillas consideraciones aritméticas, solo es cierta para pequeñas alturas.

Pero gracias á observaciones continuadas, auxiliadas del cálculo, se ha llegado á obtener una fórmula general, que aunque algun tanto complicadas sus operaciones se facilitan mucho por me-

(1) Anuario del Observatorio de Madrid—Año XV—1877—“La presión atmosférica en Madrid,” artículo por D. Miguel Merino.

dio de tablas calculadas al efecto. Esa fórmula está deducida de las halladas por Herschel y Laplace, y con la cual se logra, merced á una sencilla tabla, hallar la diferencia de altura, entre dos lugares, que si no es excesiva, puede la operacion practicarla una sola persona. Puede usarse para este objeto el barómetro metálico *aneroides*, por más que algunos autores (no muchos) se opongan al empleo de esta clase de instrumentos, prefiriendo los de mercurio; pero el profesor Holtschl (1) demuestra que los barómetros metálicos no solo pueden utilizarse para mediciones absolutas, sino tambien para las relativas ó sean las nivelaciones. Al efecto, observando la altura que señale el barómetro al pié de la montaña ó sitio cuya elevación se quiere determinar, y la que indique en la cima del mismo, se tienen los datos suficientes para que, con el auxilio de la mencionada fórmula, ó tabla con ella calculada, sencilla y de fácil manejo, que se halla en los *Anuarios de los Observatorios*, como en los del de Madrid, se halle la altura que se busca.

Las indicaciones del barómetro con relación al estado del cielo y los cambios atmosféricos, no son de un modo absoluto ciertas, porque en rigor el barómetro no señala más que el peso ó presión del aire. Pero como ese peso de la Atmósfera depende de las condiciones en que se halle de calor, humedad, agitación y otras, siempre que esas condiciones sean las mismas, el efecto en el barómetro será el mismo y vice-versa. En este concepto los datos que se obtienen del ascenso ó descenso de la columna barométrica, tienen grande importancia, pues por lo general una depresión considerable en el barómetro, indica grandes perturbaciones en la atmósfera, y por lo tanto borrascas, ó grandes lluvias ó tempestades eléctricas; y al contrario un ascenso en la columna mercurial es señal de tiempo bonancible. Por eso las observaciones barométricas hechas diaria y constantemente en una misma comarca, y hasta para una misma latitud, pueden ser, de una manera general, indicaciones muy apreciables para predecir con cierta anticipación los cambios atmosféricos. Por lo que toca á la península ibérica, se ha podido observar que los vientos del primer cuadrante, Norte y Nordeste, como son frios y por lo tanto densos y pesados, hacen subir el barómetro, y como para llegar hasta nosotros tienen que atravesar extensos continentes, se secan; y absorbiendo mas tarde la humedad de la Atmósfera, y por lo mismo las nubes, despejan el cielo, y el tiempo es bueno y apacible. Por el contrario, los vientos del 3.º y 4.º cuadrante, ó el Sud y Sudoeste, que son cálidos y por lo mismo ligeros, ejercen menos presión sobre el barómetro y éste desciende; pero como se impregnan de humedad al atravesar el Océano, la condensan en nuestros bosques y terrenos y producen la lluvia. De aquí, que pueda indicarse como regla ge-

(1) Medición de alturas con barómetros metálicos — Viena--1870.

neral, que un ascenso en el barómetro es señal de buen tiempo, y un descenso indicio claro de lluvia ó temporal. Así como las oscilaciones bruscas son siempre signo de mal tiempo, borrascas ó vientos fuertes, aunque el barómetro ascienda, si lo hace bruscamente.

Muchos hechos, perfectamente históricos, pudieramos citar que manifiestan la importancia de las indicaciones barométricas; pero solo mencionaremos el relativo al asalto y toma del Ferrol por las tropas de la marina inglesa, á principios de este siglo. Cuando las tropas de desembarco acababan de alcanzar una señalada victoria, de repente se dió orden de volver á los buques y toda la escuadra se hizo á la mar aquella misma noche. La sola observación del barómetro salvó aquel dia á las naves inglesas, pues segun declaración de las personas prácticas en las cosas de mar, si la escuadra no se retira queda destruida por completo, por el temporal del S. O. que se presentó y que anticipadamente anunciaron los barómetros ingleses de á bordo. Por eso ha dicho un entendido hombre de mar, y en verdad con mucha razón, que "el marino que en ciertos mares y Estaciones, no consulta el barómetro á cada instante, comete una falta tan imperdonable como la de no corregir la declinación de la aguja."

NOTICIAS BIOGRAFICAS

DE LOS

AUTORES CITADOS EN ESTA MEMORIA.

Anaxágoras (1)—Filósofo griego de la escuela jónica, nacido en Clazomene 500 años antes de la era de J. C. Fué discípulo de Anaximenes y poco despues explicaba la Filosofía en Atenas, teniendo por discípulos á Pericles, Eurípides y á los más ilustres hombres de su tiempo. Acusado de impiedad se retiró á Lampraco donde falleció en 428. Es uno de los mas ilustres filósofos de la antigüedad y su doctrina estaba basada en la existencia de un espíritu, principio y causa de todo movimiento y toda vida.

Anaxímenes.—Maestro del gran Alejandro, fué además su amigo y compañero. Nacido en Lampraco seis siglos antes de J. C., sostuvo ideas bastante hipotéticas acerca de los fenómenos físicos y naturales. Como historiador y como filósofo adquirió nombradía por mas que sus obras no hayan llegado hasta nosotros, conociéndose sólo algunos fragmentos de sus escritos.

Aristóteles.—El más ilustre de los filósofos griegos y de los sabios de más celebridad de todos los tiempos. Nació en Stagira—Macedonia—el año 381 antes de J. C.; fué hijo de Nicómaco, médico del rey Amintas y estudió en Atenas teniendo por Maestro á Platon que le llamaba *la inteligencia de la Escuela*. Su génio observador y analítico, su gran talento y sus universales conocimientos le merecieron ser nombrado Maestro del gran Alejandro, de quien se separó cuando el príncipe sucedió en el trono á su padre Filipo, retirándose á Atenas donde continuó dedicado á la enseñanza, en cuyo tiempo publicó sus principales obras y fundó el *Liceo* rival de la célebre *Academia* griega. Su sistema y su doctrina recibió el nombre de *peripatética* porque la enseñaba paseándose: su *lógica* dominó durante muchos siglos en las Escuelas. Muerto el rey su discípulo y grande amigo, Aristóteles fué acusado de

(1) Las noticias biográficas relativas á los autores griegos están tomadas de la obra de Diógenes Laercio traducida al francés con el título de "Les vies des plus illustres philosophes de l'antiquite"—Paris—1840—8.º

impiedad por los enemigos de la influencia macedónica, y se retiró á Calcis donde falleció en 322. Fué este sábio una de las inteligencias mas privilegiadas de la antigüedad y sus numerosas obras puede decirse que abrazan todos los ramos del saber; siendo de lamentar que muchas se hayan perdido. No obstante han llegado hasta nosotros trece obras de ciencias Físicas y Naturales, ocho de ciencias morales, siete de Filosofía pura y otras varias.

Arquelao.—El último filósofo de la Escuela jónica, discípulo de Anaxágoras y Maestro de Sócrates, que florecía en el siglo V antes de J. C. Fué uno de los filósofos griegos que con mas atención se dedicó á los estudios físicos, por lo que fué apellidado *el físico*, pero no aclaró concepto alguno, porque sus estudios, como los de la mayor parte de los sábios de Grecia, mas que experimentales y de observación, eran puramente especulativos. Se le atribuye una obra de Física.

Arquímedes.—Nació este sábio en Siracusa—Sicilia—287 años antes de J. C. Discípulo del célebre Euclides, se dedicó á los estudios físicos, puramente prácticos y auxiliado con los profundos conocimientos geométricos que poseía, hizo notables descubrimientos é inventó aparatos de gran utilidad. El famoso principio hidrostático que lleva su nombre, ha sido uno de los mas bellos descubrimientos de la Física; y su célebre frase, *dadme una palanca y un punto de apoyo y yo moveré el mundo*, prueban los profundos conocimientos que poseía este sábio é ilustre físico. Como geómetra resolvió notables problemas y encontró diversas leyes que han llegado hasta nosotros como principios evidentes. Cuando los Romanos pusieron asedio á Siracusa, Marcelo había dado orden para que se le respetara la vida, pero fuese que Arquímedes no entendiese ó no obedeciese al soldado que le ordenó le siguiese, fué muerto en su propia casa. De las obras de Arquímedes que se han conservado, la mejor edición que se ha hecho es la de Torelli—Oxford—1793, en fol.: traducidas al francés por Peyrard en París—1802—dos tom. 8.º

Becher.—Juan Joaquin—Químico y médico aleman, nacido en Spira el año de 1625. Despues de una vida bastante agitada, se dedicó al estudio de la Química y tuvo la gloria de ser el primero en fundar una teoría química, que si errónea, dió motivo á notables trabajos de experiencias. Intentaba buscar un *ácido primitivo* y esplicó con su doctrina las trasformaciones que el calor hace sufrir á los metales, entreviendo entonces la teoría del *flogisto*, que poco despues desarrolló Stalh. Hizo tambien trabajos para una lengua universal, publicando al efecto su obra *Character pro notitia lingüarum universali*; y además otra de *Física subterranea*. Murió en 1669.

Berzelius.—Juan Jacobo—Uno de los mas ilustres fundadores de la Química moderna. Nació en Westerlösa—Suecia—en

1779. Hijo de un maestro de escuela, estudió Medicina en Upsal, consagrándose despues á la Química, figurando como profesor de Medicina y Química en Stokolmo. Sus grandes merecimientos le valieron que el rey Cárlos XIV le concediera títulos de nobleza y fuese nombrado Senador en 1838. Descubrió muchos cuerpos, reformó la nomenclatura química de Lavoisier y escribió muchas é importantes obras, entre las que citaremos: *Investigaciones de química animal*—1806 dos tomos 8.º—*Tratado del empleo del soplete*—1820—*Ensayo sobre la teoría de las proporciones químicas*—*Tratado de Química*;—varias ediciones en diferentes volúmenes.—Falleció en 1848.

Davy.—*Humpheri.*—Hijo de un carpintero y mancebo de botica en su juventud, llegó por su gran sabiduría á alcanzar la dignidad de Barón y á ser considerado como uno de los más esclarecidos sábios, gloria de Inglaterra, de este siglo. Hizo notables descubrimientos como los metales *potasio* y *sódio*, y su nombre vá unido á la célebre *lámpara de mineros* ó de seguridad para las minas de carbon de piedra. Falleció en 1829.

Demócrito.—Filósofo griego nacido en Abdera, á los 460 años antes de J. C. Fué discípulo de Leucipo y viajó por el Oriente para perfeccionar sus conocimientos y adquirir otros nuevos. Cítanse de él muchas leyendas que es dudoso le pertenezcan. El célebre contraste de Demócrito y Heráclito, uno riendo y otro llorando, es puramente una inventiva de imaginación, fundada en el carácter opuesto de las doctrinas filosóficas de uno y otro sábio. Demócrito siguiendo el sistema atomístico de su Maestro Leucipo, sostiene que los átomos de los cuerpos y el vacío son el principio de cuanto existe, sin más causa que el movimiento de que están animados los mismos. Como fuente y origen de todo conocimiento admite la razón y no los sentidos como opinaba Epicuro. Sus obras, escritas en dialecto jónico, son numerosas, pero solo nos quedan de ellas algunos respetables fragmentos.

Dumas.—Juan Bautista.—Químico y hombre de Estado francés que nació en 1800. Fué profesor de Química de la Escuela politécnica de París y de la Facultad de ciencias. En 1849 fué nombrado Ministro de Agricultura y Comercio, en cuyo departamento llevó á cabo importantes reformas en bien del Comercio y de la Agricultura. Despues del 2 de Diciembre fué nombrado Vice-presidente del Consejo de Instrucción pública. La ciencia debe mucho á este esclarecido químico que tanto hizo progresar el estudio de la Química orgánica. Falleció el año próximo pasado. Sus obras más importantes son: *Tratado de Química aplicada á las Artes.*—*Lecciones sobre la filosofía química* y numerosas *Memorias* sobre puntos de Química, Fisiología y Agricultura.

Empedocles.—Célebre filósofo, físico y geómetra, natural de Agrigento—Sicilia—que florecía en mitad del siglo V antes de la

era cristiana. Su doctrina filosófica era la de Pitágoras. Adquirió gran celebridad por su obra, el poema *Clásica* que trata de la naturaleza y principios de las cosas. Como físico, si bien admitía los cuatro elementos *aire, agua, tierra y fuego*, los suponía sometidos á dos causas primitivas y principales que llamaba la simpatía y la antipatía, ó el amor y el odio, ó como se dice hoy, la atracción y la repulsión. Sostenía que el alma era de origen divino y de naturaleza inmaterial, que había sido encerrada en el cuerpo como castigo de una falta anterior y que debía pasar de unos cuerpos á otros hasta purificarse. Tiénese noticia que ha escrito diversas obras, pero solo han llegado hasta nosotros fragmentos de algunas muy interesantes.

Galileo.—Los descubrimientos astronómicos y físicos de este gran ingenio; la comprobación del movimiento de rotación de la Tierra; la invención de la *balanza hidrostática* y otros instrumentos; sus numerosos é importantes trabajos sobre Astronomía, y sus obras así físicas, como astronómicas, han dado fama imperecedera á Galileo Galilei, uno de los hombres de ciencia mas ilustres y respetables así de Italia como del mundo. Nació el año 1560 en Pisa, en cuya Universidad, por la protección de los Médicis, fué catedrático de Matemáticas. Perseguido por sus ideas en Física, avanzadas para aquella época de intransigencia científica, dejó su cátedra en 1592, y fué nombrado poco despues profesor de Padua, donde permaneció veinte años, pasando luego á Florencia, donde protegido por el Gran Duque de Toscana, continuó sus estudios y descubrimientos. La defensa que hacía del sistema de Copérnico, es decir del movimiento de rotación de la Tierra, le valió ser denunciado á la Inquisición, quien declaró en 1616, las doctrinas de Galileo, *absurdas, filosóficamente falsas, formalmente heréticas y expresamente contrarias á la Sagrada Escritura*. Mas tarde publicó una obra exponiendo este sistema y la Inquisición de Roma le condenó á prisión perpétua, obligándole á retractarse de sus creencias; lo que en efecto hizo obligado por la presión, pero pronunciando el famoso *é pour se muove*. Escribió varias obras, y murió en Acebri en 1642, el mismo año que nació Newton.

Gay-Lussac.—José Luis.—Uno de los mas sábios físicos y químicos franceses nacido en 1778 y muerto en 1850. Fué discípulo del ilustre Berthollet. Profesor de Química en la Escuela politecnica, de Física en la Sorbona y de Química general en el Jardin botánico de París, hizo notables estudios sobre los cuerpos *halógenos*, cloro, bromo, yodo y fluor y el cianógeno. Modificó el barómetro que lleva su nombre, inventó un alcoholómetro centesimal, un alcalímetro, un densímetro y otros instrumentos. No menor celebridad y nombradía dieron á Gay-Lussac sus famosas ascensiones aerostáticas; pues en su amor á la ciencia no vaciló en arriesgarse á las contingencias de un viaje aéreo en una débil barquilla sus-

pendida de un globo fabricado en tela no ménos delicada. La primera ascensión la verificó en compañía de Biot el año de 1802, y la segunda la hizo sólo en 1804, recogiendo para la ciencia datos curiosos é interesantes. Escribió multitud de *Memorias*, leídas en el Instituto y artículos insertos en los *Anales de Química*. El nombre de Gay-Lussac será siempre recordado por la ciencia como el de uno de sus más esclarecidos hijos.

Heráclito.—Filósofo griego, natural de Efeso, llamado *el oscuro* que floreció por los años 500 antes de J. C. Se le considera como el tipo de los pesimistas, dado su carácter sombrío y melancólico que le obligó á retirarse del trato de los hombres yendo á vivir á los montes. Admitía el fuego como principio de todas las cosas; si bien algunos creen que el fuego para Heráclito era solo un símbolo. Tenía á la razón como único medio del conocimiento de la verdad y los sentidos como testigos de autoridad dudosa, hasta que la razón lo confirma. Sus doctrinas filosóficas las consignó en un libro que había depositado en el templo de Diana, y que fué hallado por Crates, el académico, 167 años despues de la muerte de Heráclito. Se dice que en él trataba de la naturaleza dividiéndola en física, política y moral.

Herschell.—Guillermo.—Hombre de tan raro entendimiento y de una fuerza de voluntad tan extraordinaria, que despues de servir como músico en un regimiento, estudió por sí mismo la Astronomía y construyó el telescopio que lleva su nombre, y con el que descubrió un planeta, y alcanzó como sábio, fama merecida. Nació en Hannover en 1738 y murió en 1822. Sus escritos se han insertado en los *Anales* de la Sociedad real de Lóndres.

Humboldt.—Alejandro Enrique, baron de—Sábio aleman nacido en Berlin el 14 de Setiembre de 1739 y fallecido el 6 de Mayo de 1859. Hizo largos y aprovechados viajes por Alemania, Italia y la América del Sud, recogiendo multitud de datos de gran valor para la Física y la Historia Natural y haciendo interesantes y utilísimas observaciones. De regreso á Europa se estableció en París donde estudió la Química con Gay-Lussac: vuelto á su pátria, sus méritos le llevaron á ocupar altos cargos políticos. En 1829 emprendió un viaje á la América central, de gran utilidad para la ciencia por las muchas observaciones que hizo. El nombre de Humboldt era respetado en todo el mundo y casi todas las Academias y Corporaciones científicas de Europa se apresuraron á admitirle en su seno, y en su pecho figuraban condecoraciones de todos los países de Europa. Su biblioteca era selecta y fué adquirida por Lord Bloomfield, ministro de Inglaterra en Berlin. Sus obras son numerosas y sus conocimientos tan profundos y universales, que le merecieron el dictado de *Aristóteles moderno*. Las principales son: *Viajes á las regiones equinocciales del nuevo continente*.—*Colección de observaciones de geología y anatomía comparada*.—*Colección de*

observaciones astronómicas, operaciones trigonométricas y medidas barométricas.—Física general y Geología.—De la distribución geográfica de las plantas—De las líneas isotermas y de la distribución del calor sobre el Globo—De la constitución y de los efectos producidos por los volcanes en diversos países del globo terrestre—Ensayo político sobre la isla de Cuba. Pero su obra monumental, el *Cosmos*, es la mas rica en doctrina, mas meditada y mejor escrita de cuantas han ilustrado la ciencia en los tiempos modernos.

Kepler.—Juan—Uno de los creadores de la Astronomía moderna. Nació en Wittemberg en 1571 y murió en 1630. Fué catedrático de matemáticas en Groelz. Amigo de Ticho-Brahe, se trasladó en 1600 á Vraniemburgo, donde fué nombrado catedrático de Matemáticas del Emperador Rodolfo II, quien encomendó á Kepler y al gran astrónomo, la formación de las *Tablas* llamadas *Rudolfinas*. Partidario del sistema de Copérnico, determinó las leyes de las revoluciones de los planetas (Leyes de Kepler), la rotación del Sol. Calculó con gran exactitud las latitudes y longitudes; anunció el paso de Mercurio y Venus por delante del Sol para el año 1631: construyó una tabla de logaritmos, y escribió varias obras, siendo las más notables *Prodromus seu mysterium cosmographicum.*—*Astronomía nova seu phísica celestis.*—*Harmonices mundi.*—*De Astronomía lunari.*—*Cartas.*—*Disertaciones.* El nombre de este ilustre astrónomo aleman forma época en la historia de la ciencia.

Laplace.—Pedro Simon—Gran matemático francés, uno de los mas ilustres continuadores de los sistemas y la ciencia de Newton. Nació el año de 1749. Hijo de un pobre labrador, pudo, con la protección de personas generosas, hacer sus estudios, dándose á conocer muy pronto por su raro talento y prodigiosa inteligencia. Descubrió y calculó las leyes de la gravitación que rigen el universo: hizo grandes estudios sobre la mecánica celeste y el cálculo de las probabilidades. Laplace ocupa un puesto glorioso en la historia de la ciencia, á pesar de la debilidad de carácter manifestada con su afan de alcanzar distinciones, honores y hasta un título nobiliario de Marqués, como si con ellos quisiera ocultar lo humilde de su origen; cuando su nombre ilustre en la ciencia era su mas preciosa ejecutoria. Murió en 1827, dejando varias obras. *Teoría del movimiento y de la figura elíptica de los planetas.* *Exposición del sistema del mundo.* *Tratado de mecánica celeste.* *Teoría analítica de las probabilidades.* *Compendio de la historia de la Astronomía.*

Lavoisier.—Antonio Lorenzo—Una de las glorias científicas mas legítimas de la Francia. Nació en París el año de 1743. Era tan grande su talento y tales sus conocimientos, que mereció ser nombrado, á la edad de veinte y cinco años, de la Academia de Ciencias. Mucho debe la Física á este sabio, pero mas todavía la Química moderna, de la que puede decirse que fué su creador. Grandes ser-

vicios prestó el ilustre Lavoisier á la ciencia, no menos que á la industria y á la Agricultura con sus importantes descubrimientos; mas nada fué bastante para impedir que el vértigo revolucionario de Francia, de aquella época del terror que declaraba, *que no le hacian falta sabios*, le condenase á muerte, siendo guillotinado el 8 de Mayo de 1794. Escribió varias obras y muchas *Memorias*.

Leucipo.—Discípulo de Zenon de Elea y maestro de Demócrito, floreció este filósofo griego 490 años antes de J. C. Se le tiene por inventor del sistema atomístico, es decir, de la existencia en el espacio infinito de ciertas partículas materiales invisibles é indivisibles que reunidas forman los cuerpos. Escribió varias obras que desconocemos.

Otto de Guericke.—Burgomaestre de la ciudad de Magdeburgo—Sajonia—donde nació el año de 1502 y celebrado astrónomo y físico á quien se debe, además del experimento que demuestra la pesantez del aire, la invencion de uno de los aparatos mas preciosos y utilísimos de la Física, la *máquina neumática*, así como la primera *máquina eléctrica*. Fué el primero en anunciar que podía predecirse con seguridad la vuelta de los cometas. Publicó sus estudios y observaciones bajo el título de *Experimenta nova*.

Percy.—Pedro Francisco, (baron de)—Hábil cirujano del ejército francés, que nació en 1754 y falleció en 1825. Por espacio de veinte y cinco años sirvió en las tropas de Napoleon con gran talento y extraordinaria abnegación. Organizó en el ejército del Rhin hospitales ambulantes, y sus merecimientos le elevaron á miembro del Instituto. Dejó escritas varias *Memorias*.

Papin.—Dionisio—Hijo de un médico protestante, nació en Blois—Francia—el 22 de Agosto de 1645. A consecuencia de la revocación del Edicto de Nantes por Luis XIV, se expatrió en 1685, y recorrió Inglaterra, Italia y Alemania, donde hizo estudios bien aprovechados en la Física y la Mecánica, dando á conocer sus inventos, principalmente los aparatos fundados en la aplicación del vapor de agua como fuerza motriz, las *máquinas de vapor*, la *marmita* de su nombre, y otros que tanta gloria han dado á este distinguido cuanto desgraciado sabio, que murió pobre é ignorado en Londres el año de 1714.

Platón.—Ilustre filósofo griego, hijo de Ariston, que nació en Colito, cerca de Atenas el año de 430 antes de J. C. y murió en 347. Fué discípulo de Sócrates y á la muerte de este estudió con Euclides. Hizo viajes por el Egipto y toda la Grecia, adquiriendo grandes conocimientos. A su regreso á Atenas fundó la *Academia*, celebrada Escuela que lleva el nombre de este sabio. La filosofía de Platon condensa el saber de los antiguos griegos; con ella intentó armonizar todos los sistemas mas opuestos de Sócrates y Pitágoras, Heráclito y Parménides. Es el único escritor pagano que ha hablado dignamente de Dios, de la inmortalidad y de la virtud.

Escribió multitud de obras, siendo las mas notables, *La República*, *Fedon ó de la inmortalidad del alma*. *Parménides ó de las ideas*, *de las Leyes* etc.

Plinio.—El antiguo—Cayo—Célebre naturalista nacido en Como—Italia—el año 23 de la era cristiana. Antes que al estudio de la ciencia se dedicó á la milicia y sirvió en la marina, recorriendo, no solo la Grecia, sino la Bretaña y el Egipto: mas tarde mandó tropas de tierra y escribió algunas obras militares; pero la que dió celebridad y nombradía á Plinio fué su *Historia Natural*, notable, no solo por los conceptos, sino por la belleza del estilo. Murió el año 79, cuando la famosa erupción volcánica del Vesubio, que sepultó bajo sus cenizas á las ciudades de Pompeya, Herculano y Estabia. Animado por su espíritu de observación y su amor á la ciencia, y entusiasmado por la grandiosidad del terrible fenómeno, se acercó tanto al volcan, que una fuerte ráfaga de vapores sulfurosos le envolvió, produciéndole la muerte por asfixia.

Priestley—José—Físico y químico francés nacido en 1733. Aunque dedicado al estudio de las ciencias en las que hizo notables descubrimientos, se consagró con ardor á la defensa de las ideas republicanas, lo que le valió ser perseguido, viéndose obligado á trasladarse á América, donde falleció el año de 1804. Dejó escritas obras muy apreciables sobre la luz, la visión y los colores: sobre la electricidad y trabajos especiales sobre el flogisto y otros puntos de la Química. Publicó tambien obras literarias.

Rey—Juan—Médico y químico francés que floreció en mitad del siglo XVII. Fué uno de lo precursores del conocimiento de la verdadera naturaleza del aire. Escribió diversas obras, siendo la mas notable; *Ensayos sobre la investigación de la causa de que el estaño y el plomo aumenten de peso cuando se les calcina*.

Rubio y Gali—Federico—Médico insigne y hombre de noble espíritu y corazon generoso, que vió la luz en el Puerto de Santa María el 30 de Agosto de 1827. Despues de estudiar con el mayor aprovechamiento y las mejores notas en el Colegio de San Pedro de Cádiz toda la Filosofía hasta obtener el grado de Bachiller, comenzó los estudios médicos con tal entusiasmo y tanta aplicacion, que durante su carrera fué Ayudante-director de la Escuela, siendo tal su habilidad en el manejo de los instrumentos quirúrgicos, que verificaba la difícil operacion de la talla con los ojos vendados; así como la ligadura de las arterias y otras varias.

La política produjo en su familia grandes disgustos, lo que obligó al joven estudiante á dedicarse á la enseñanza de la esgrima, que tan perfectamente habia aprendido durante su estancia en el colegio.

En 1850 pudo alcanzar el grado de licenciado en Medicina y cirugía, y pasó á Sevilla donde hizo oposición á la plaza de cirujano del Hospital central con un éxito tan extraordinario, que des-

de entonces la fama del cirujano Rubio se extendió por todas partes, y su nombre era citado con respeto por todos cuantos conocían sus grandes dotes de saber y laboriosidad. Sus operaciones quirúrgicas le dieron una gran celebridad, pues desde la operación de la talla, el primero que la practicó en España, hasta la operación cesárea, no hay ninguna de las más difíciles que no haya practicado.

En Sevilla fundó la Escuela libre de Medicina y Cirugía, que hoy con carácter oficial es una de las más notables.

Ha sido diputado de las Cortes Constituyentes y en varias legislaturas, Senador, Consejero de Estado y de Sanidad, Ministro en Londres y Académico de la de Medicina de Madrid y otras Corporaciones.

Como escritor ha publicado trabajos notables que se distinguen por la elegancia del estilo, la profundidad de los pensamientos y lo vasto de la erudición: y como orador su palabra es tranquila y sus juicios profundos.

Saussure.—Horacio Benito—Físico ginebrino y naturalista distinguido, que nació en 1740 y murió en 1799. Durante más de veinte y cinco años recorrió los Alpes, Francia, Italia y Sicilia, haciendo estudios de gran interés y observaciones interesantes, siendo notabilísimas las que recojió en la cima del Monte Blanco, donde permaneció cuatro horas. Inventó algunos aparatos como el *Higrómetro de cabello*, que lleva su nombre. Escribió diferentes obras, siendo la principal *Viajes á los Alpes*, obra notable por el caudal de conocimientos que encierra.

Scheele.—Cárlos Guillermo—Químico prusiano á quien se considera como el creador de la Química orgánica. La ciencia le debe muy importantes descubrimientos, como el gas cloro, el metal manganeso y otros cuerpos, entre los cuales se le atribuye el descubrimiento del oxígeno. Sus escritos se hallan reunidos en una colección de *Investigaciones*. Nació el año de 1742 y murió en 1786.

Sócrates.—Ilustre filósofo griego, nacido en Atenas, 470 años antes de J. C. En un principio se dedicó á la escultura como su padre Sofronisco, y dejó recuerdos de su génio artístico en un hermoso grupo representando las *Tres Gracias*. Mas tarde estudió la filosofía con Anaxágoras y Arquelaos, distinguiéndose desde luego por la profundidad de sus conocimientos y la facilidad con que exponía sus ideas. Puesta en guerra su patria, combatió por ella con las armas, señalándose en varias batallas. Retirado del servicio militar, volvió á su país, donde ocupó altos puestos en la magistratura de la República. Puede decirse que este filósofo no fundó sistema ninguno, antes bien combatió los que reinaban en su tiempo. Su doctrina consiste principalmente en hacer el alma objeto esencial de la filosofía. La guerra que declaró á la sofística, su ense-

ñanza de la moral, la rectitud y severidad de sus principios, le atrajeron muchos enemigos. Fué acusado de corromper con su doctrina á la juventud y que olvidando á los dioses patrios, parecía como que pretendía introducir nuevas divinidades. Hizo la defensa de su doctrina, pero nada le valió para ser condenado á muerte con la cicuta, que recibió con la esperanza del mártir, bebiendo el fatal veneno en medio de sus discípulos.

Sthal.—Jorge Ernesto—Celebrado químico y médico aleman, nacido en Ausfiach en 1660. Aparte de su sistema para explicar los fenómenos de la vida animal (el animismo), dió gran fama á Sthal su famosa doctrina del *flogisto*. Escribió varias obras, siendo las más notables: *Theoria médica vera*, *Fundamenta chimiæ* y *De motu tonico vitale*. Falleció en 1734.

Teofrasto.—Botánico griego y moralista, natural de la isla de Lesbos, donde nació en 371 antes de J. C. Estudió con Platon y Aristóteles y compuso mas de 200 *Tratados*, pero de ellos solo han llegado hasta nosotros la *Historia de las Plantas* y los *Caracteres*.

Thales.—El filósofo griego fundador de la Escuela jónica. Originario de la Fenicia, adquirió excelentes conocimientos de los sacerdotes egipcios, pasando á establecerse en Mileto en 587 antes de J. C. Fué quizá el primer filósofo que trató científicamente del origen del mundo. Admitía como principio de todas las cosas el *agua* y como motor el *espíritu*: que los animales eran *aire* ó *húmedo condensado*. Tenía además profundos conocimientos en la ciencia astronómica y en la Geometría, y fué el primero que esplicó los eclipses. Tanto saber, que luchaba con los conocimientos puramente teóricos y erróneos de su época, le acarrearón la enemiga de los sacerdotes. Se le atribuye la famosa máxima relativa al hombre; *Conócete á tí mismo*. Murió 560 años antes de J. C.

Torricelli.—Evangelista—Celebrado físico y geómetra romano que nació en 1608 y murió en 1647. Fué el último y mas aprovechado discípulo de Galileo. La sola invención del *Barómetro* sería bastante para inmortalizar su nombre; pero hizo además otros descubrimientos, como el *Principio* ó *Teorema* que lleva su nombre, referente á la salida de los líquidos por orificios practicados en pared delgada de una vasija, que es la base de la *Hidrodinámica*. Sus escritos se han publicado con el nombre de *Obras geométricas*.

Tyndal—John—Laborioso y distinguido profesor en la actualidad del Instituto real de Lóndres. Sus trabajos y publicaciones sobre el calor, la luz y la electricidad, están llamando muy justamente la atención del mundo sabio.

Volta.—Augusto—Ilustre físico italiano que nació en Como en 1745. Adquirió extraordinaria celebridad, siendo profesor de Física en Pavía, por sus descubrimientos y los interesantes aparatos

tos que inventó y muy principalmente por la *Pila eléctrica*, que tantos y tan preciosos servicios presta en la actualidad. El *Electróforo*, el *Eudiómetro*, el *Electrómetro condensador*, el *Pistoleta* y otros, son aparatos debidos al gran talento de Volta.

FE DE ERRATAS

Libro de...	Folios	Páginas
...	8	24
...	28	25
...	8	27
...	42	28
...	40	29
...	43	30
...	40	31
...	40	32
...	40	33
...	40	34
...	40	35
...	40	36
...	40	37
...	40	38
...	40	39
...	40	40
...	40	41
...	40	42
...	40	43
...	40	44
...	40	45
...	40	46
...	40	47
...	40	48
...	40	49
...	40	50
...	40	51
...	40	52
...	40	53
...	40	54
...	40	55
...	40	56
...	40	57
...	40	58
...	40	59
...	40	60
...	40	61
...	40	62
...	40	63
...	40	64
...	40	65
...	40	66
...	40	67
...	40	68
...	40	69
...	40	70
...	40	71
...	40	72
...	40	73
...	40	74
...	40	75
...	40	76
...	40	77
...	40	78
...	40	79
...	40	80
...	40	81
...	40	82
...	40	83
...	40	84
...	40	85
...	40	86
...	40	87
...	40	88
...	40	89
...	40	90
...	40	91
...	40	92
...	40	93
...	40	94
...	40	95
...	40	96
...	40	97
...	40	98
...	40	99
...	40	100

los que inventó y muy principalmente por la Pila eléctrica, que tantos y tan preciosos servicios presta en la actualidad. El Profesor, el Académico, el Electrómetro, condensador, el Pistolete y otros, son aparatos debidos al gran talento de Volta.

FE DE ERRATAS.

<u>Página.</u>	<u>Línea.</u>	<u>Dice.</u>	<u>Debe decir.</u>
20	6	ciencias.	ciencia
„	26	par.	por
23	8	tensidad	tenuidad;
24	42	las monjas.	los monjes
25	40	cuya ciencia.	cuya esencia
27	43	brazos	trazos
30	3	con corrientes.	con sus corrientes
39	40	Guaderrama.	Guadarrama
40	40	los filósofos.	los fisiólogos
46	última	Médices.	Médicis
48	24	527×10^3	527×10^{13}
49	17	9.395	0.395
„	33	03.	30
50	37	escalas.	escala
„	última	diámetro.	decímetro
52	5	vidrios	vidrio
„	34	como el.	como en el
53	22	$750'6^m$	$750^{mm},6$
„	24	$0^m'8^m$	0'8
„	„	$0^m'46^m$	0'46
„	25	$751^m'06$	$751^{mm},06$
57	43	complicadas.	complicada
58	2	la cual.	las cuales

