PEÑUELAS

EL AIRE Y EL AGUA

DO ANTIGUO
-492
b. Regional

FONDO
A-
Bib R

Diputación
Provincial
Biblioteca
Reg. 4073
Vols.
Sig. Dj. 72

A-492

R.
4073

EL AIRE Y EL AGUA.

APUNTES SOBRE LA HISTORIA

DE

ESTOS CUERPOS Y SUS FUNCIONES EN LA VIDA VEGETAL.

POR

D. LINO PEÑUELAS Y FORNESA

(DEL CUERPO DE INGENIEROS DE MINAS).

MADRID.—1870.

IMPRENTA Y LIBRERIA UNIVERSAL.

DE LOS SEÑORES CRESPO, MARTIN Y COMPAÑIA,

Arenal, 16.—Tribulete, 1.

ADVERTENCIA.

Escribí el artículo El Aire atmosférico por complacer al Director de la *Revista Forestal*, que, honrándome en demasía, me instó con empeño para que mi nombre figurase al lado del suyo en el primer número de aquella importante publicacion. Despues, una persona muy querida mia, que ya no existe, me estimuló con sus bondades á continuar el trabajo comenzado y ofrecí dedicárselo. En cumplimiento de mi oferta doy á la prensa estas desaliñadas páginas y ya que, por desgracia, no pueda juzgarlas la persona para quien fueron escritas, sepa el lector la causa que me induce á publicarlas y no se crea engañado si en ellas no encuentra mas que un pasatiempo científico.

L. P.

10 *Febrero.*

DIPUTACION PROVINCIAL
BIBLIOTECA
MADRID

EL AIRE ATMOSFÉRICO.

PRIMERA PARTE.

I.

«La tierra, como todo el mundo sabe, está rodeada de un »fluido elástico, ralo y trasparente que se eleva á una grande »altura: este fluido es lo que se llama *aire*: la capa contínuan »que se forma alrededor de todo nuestro globo, lleva el nombre »de *atmósfera*.» Tales son las palabras de que Arago se vale para definir la materia, cuyo estudio es el objeto de este ligero artículo, si bien hemos de dirigirle, principalmente, á examinar la intervencion y funciones de la atmósfera en la vida vegetal.

Los hombres, desde los primeros tiempos, debieron tener conocimiento de la existencia de la atmósfera, como de todo aquello que directamente heria sus sentidos. Si consultamos la traduccion que hizo de la *Vulgata* el P. Scio de San Miguel, única que está permitida á los que hemos tenido la suerte de nacer en la católica España, encontraremos en el segundo versículo del Génesis, las siguientes palabras: *el espíritu de Dios era llevado sobre las aguas.*» Las palabras atmósfera ó aire no se encuentran en parte alguna del capítulo I del texto á que nos referimos; y las plantas vivian y los animales habian sido creados, y el hombre, último ser de la creacion, habia nacido del pensamiento de Dios.

La atmósfera, pues, ya existia. ¿Acaso podemos admitir que

el legislador hebreo ignorase la imprescindible necesidad del aire atmosférico para la vida? El libro de Moisés, violentamente atacado en todas sus partes, durante mucho tiempo ha sido considerado por sus mayores enemigos como una simple narracion de las creencias y tradiciones del pueblo para quien se escribia, no como el resultado de la inspiracion divina; pero aun admitiendo esta opinion, si lícito nos fuera, todavía no sabríamos esplicarnos cómo no se hace mencion del aire en el Génesis, y se citan, sin embargo, otras cosas que no pudieron ni debieron ser tan conocidas del pueblo hebreo.

Esta, como otras varias objeciones, se ha salvado consultando nuevamente el original: asi es, que personas competentes aseguran que donde la Vulgata dice: «*Y el espíritu de Dios era llevado sobre las aguas,*» debe decir: «y los vientos agitaban la superficie de las aguas.» Admitimos de buen grado esta interpretacion de Marcell de Serres, pues verdaderamente no comprendemos por qué se habia de fijar el espíritu de Dios sobre las aguas, particularmente, cuando este se debia hallar, y se hallaba sin duda alguna, en todas partes.

Queda, pues, sentado que 3,500 años antes de Jesucristo ya se hablaba del aire atmósferico. Y, sin embargo, cuántos años no han trascurrido hasta que se ha tenido cabal idea de lo que es y de las funciones que ejerce en los séres vivientes!.. No hay que estrañarlo, la antigua física no era el resultado de la observacion de la naturaleza, sino las opiniones gratuitas de los filósofos; asi vemos que Thales (543 años antes de J. C.) creaba el mundo con el agua; Pherecides (id. id.) con la tierra; Hippon (450 antes de J. C.) con el fuego; Anaxímenes (500 antes de J. C.) con el aire; Zenon (360 antes de J. C.) necesitaba los cuatro elementos y Aristóteles todavía agregaba un elemento mas, *el éter*.

Anaxímenes, dando ya gran importancia al aire, decia: «el »aire es infinito como Dios, todo lo que es divino proviene del »aire.» El calor y el frio lo atribuia á la dilatacion y condensacion del aire. «El aire que nosotros aspiramos, añade, te»niendo los lábios apretados es frio; al contrario, es caliente »cuando nosotros le espiramos abriendo la boca.»—Las estrellas, el sol, la luna, todos los astros estaban sostenidos por el aire, segun la opinion de este filósofo.

Anaxágoras, de quien con su gracia habitual dijo Voltaire, que le erigieron una estátua porque habia enseñado á los griegos que la nieve era negra y que el sol era una piedra incandescente mas grande que el Peloponeso, es uno de los antiguos filósofos, anteriores á Aristóteles, que mas se han distinguido por su génio de observacion, á pesar de la poca fé que tenia en los datos suministrados por los sentidos. Aseguraba que el sol era impelido alternativamente al Norte y al Mediodía por dos masas de aire acumuladas en los polos; que la distancia que nos separa de las estrellas es la causa de que no sintamos su calor; que la luna es un cuerpo opaco iluminado por el sol, en la que hay, como en la tierra, valles, colinas aguas y habitantes; que los astros no son dioses y que no se los debe adorar; que las lluvias provienen de los vapores que se desprenden del mar, de los rios y de la tierra; que el viento es producido por la ralefaccion del aire en las cavidades de la tierra; el sonido, por la percusion del aire: el arco iris, por la *reflexion* de los rayos del sol sobre una nube; los eclipses de sol, por la interposicion de la luna; los de la luna, por la interposicion de la tierra.

Estas son algunas de las principales opiniones que se atribuyen al célebre filósofo, y maravilla en verdad que 400 años antes de Jesucristo, se tuviera tan exacta idea de la elasticidad del aire, de la formacion de los vientos y de los eclipses. Sorprende tanto mas, cuanto que, como ya hemos dicho, Anaxágoras daba poca fé á los datos suministrados por los sentidos, mientras que Aristóteles, cerca de dos siglos despues, creador de las ciencias de observacion, génio enciclopédico y eminente filósofo, que los naturalistas de todas las edades no cesan de alabar, en su tratado de Meteorología (Libro 2.º, capítulo IV) dice: «El aire está formado de dos partes, una húme»da y otra caliente.»—«El viento añade, no es aire: hay grande «error en considerarle así.» «Los vientos se forman de muchas »exhalaciones reunidas, del mismo modo que los rios se for«man de muchos arroyos.» ¡Qué ideas tan extrañas en oposicion á la verdad que tan claramente habia enunciado Anaxágoras!

Pero dejando á los filósofos griegos que no avanzaron en esta cuestion, al menos que sepamos, mucho mas de lo que he-

mos apuntado, aun teniendo en cuenta el tratado de los vientos de Teophrasto, gran filósofo que se propuso, sin duda alguna, continuar en la historia natural la obra comenzada por Aristóteles, y consiguió, en efecto, sobresalir de tal modo en la botánica, que, segun opinion de hombres competentes, la ciencia moderna, en muchas partes, no ha hecho mas que confirmar las observaciones de aquellos filósofos; dejando, decimos, á los filósofos griegos y entrando ya en la era cristiana, encontramos en Plinio un capítulo destinado al aire, en el que, aparte de la composicion y peso, se emiten ideas muy exactas, He aquí algunas de ellas: «Porque nuestros mayores tambien »llamaron cielo á esto que por otro nombre se llama aire, el »cual es todo aquello que, siendo semejante á un vacío, espar»ce y derrama este espíritu vital. Es su asiento inferior á la lu»na y mucho mas bajo (como yo considero ser grandemente »manifiesto) mezclando lo indeterminado de la naturaleza supe»rior del aire y del vapor de la tierra, se confunde con lo uno »y lo otro. Y de aquí se engendran las nubes, los truenos y los »rayos etc., etc.» (1)

Con gusto hubiéramos copiado todo este breve capítulo, lleno de animacion y poesía, en que se describen las nieblas, los truenos y los relámpagos, si no siempre con acierto, demostrando al menos grande observacion.

En el siglo XIII, Rogerio Bacon, el doctor admirable, como llamaban en Inglaterra á este célebre fraile, inició ya los grandes descubrimientos que, siglos despues, habian de inmortalizar á Galileo y á Newton. Este célebre alquimista nos habla con la mayor exactitud de las lentes de aumento y del arco iris, el cual dice: «son rayos *reflejados* y *refractados* en un me«dio diáfano (gotitas de lluvia) diferente del aire.» Nos habla tambien de la descomposicion de la luz; nos dice por qué á un astro, cuando está en el horizonte, le vemos de diferente manera que cuando está en el cenit. «El ojo vé, pues, de maneras »diferentes en tiempos diferentes. Cuando la estrella está en la »línea meridiana, es decir, en el cénit ó encima de la cabeza »del observador, los rayos llegan al ojo perpendicularmente;

(1) Libro segundo, cap. XXXVIII.—Hist. nat., de Cayo Plinio Segundo.

»y entonces no son refractados; el ojo vé la estrella en línea »recta, en su punto verdadero. Cuando los rayos nos llegan al »contrario, bajo ángulos oblícuos, al elevarse el astro, ellos se »refractan, la vision se efectúa por líneas quebradas y el ojo se »engaña sobre el punto verdadero que ocupa el astro. Y yo he »visto esto con los instrumentos y es una cosa cierta (*ego con- »sideravi in instrumentis hoc idem et certum est.*)»

Asi se esplica en el tratado *Opus majus*: en el de *Perspectiva* se leen estas palabras: «por la densidad del medio vaporoso (*propter densitaten medii vaporosi*)» refiriéndose á la excintilacion ó centelleo de las estrellas, y añade: y «como los vapores son mas densos en el horizonte,» etc. De esto á decir que el aire es pesado, no hay un paso. Repite mucho que el aire es el alimento del fuego, idea que es de los filósofos griegos; pero añade que destilando una sustancia orgánica, se obtiene en el recipiente, «no solamente agua, sino tambien aire.» Observacion bien notable en tiempo de Bacon. Estos y otros importantísimos descubrimientos, le valieron ser acusado de tener pacto, con el diablo, y sufrir en castigo trece años de prision.

No hemos podido encontrar un *Tratado de los vientos*, que dicen escribió Bacon; pero creemos que nada haya en él que tenga relacion con ninguna nueva propiedad del aire.

Para terminar este largo período, fijemos las propiedades del aire que entonces se conocieron.

El aire es un elemento. Rodea por todas partes la tierra. No llega sino hasta cierta altura. Es dilatable y compresible. La compresion produce calor; la dilatacion frio. Es la causa de los vientos. Los animales lo respiran. Destilando los vegetales producen, entre otras cosas, aire. Refracta la luz. Es mas denso en la inmediacion de la tierra. Alimenta la combustion. No tiene color.

II.

Siglo XVII.—Llega el momento en que una de las propiedades del aire, inherente á la materia, el peso, debia ser conocida. Presentido ya por alguno de los filósofos griegos, casi indicado por Bacon, todavía pasaron siglos hasta llegar á comprender la *gravedad* de la atmósfera.

A la naturaleza se la pregunta á cada instante; cada siglo responde revelándonos un secreto, detrás del cual otros mil se nos presentan estimulando nuestro entendimiento. No basta observar; es preciso observar bien, meditar sobre los hechos con el pensamiento libre y no esclavizado á doctrinas que tal vez sean equivocadas. Durante muchos años estuvo prohibido en Europa el estudio de otra física que no fuese la de Aristóteles; por esto decia Bacon: «*¡Oh, si yo fuera dueño de las obras de Aristóteles, las quemaria!*»—Gran pensamiento, digno de tan grande hombre! El comprendió ya en su siglo lo funestas que son para las ciencias, las prohibiciones, los sistemas y los argumentos de autoridad.

Los fontaneros de Cosme de Médicis, gran duque de Florencia, sorprendidos de que el agua no se elevaba jamás en el vacío sino á menos de 32 piés, fueron á consultar á Galileo, quien les respondió. «Lo que os admira es muy sencillo, la na«turaleza no tiene horror al vacío sino hasta la altnra de 32 »piés.» Cuentan que por este motivo Galileo hizo un *barómetro*.

Pascal es el autor mas antiguo que refiere esta anécdota que la mayor parte de los físicos rechazan como supuesta; sin embargo, sea por esa ú otra causa, Galileo meditó sobre este asunto y determinó el peso del aire por dos métodos diferentes. —Torricelli, su discípulo, demostró antes que ningun otro, (1645), que una columna de aire tomada en la atmósfera hace equilibrio con otra columna de otro fluido que tenga la misma base. A fin de no necesitar de un tubo demasido largo, se sirvió de un líquido muy pesado, el mercurio, é introduciéndolo en un tubo de vidrio de tres piés de largo y dos ó tres líneas de diámetro, cerrrado por uno de los estremos, lo llenó perfectamente, y tapando con el dedo la estremidad abierta, lo volvió hácia abajo y lo colocó en un vaso lleno tambien del mismo líquido; quitó el dedo del tubo y el mercurio descendió ocupando solo una altura de 28 pulgadas (catorce veces menor que la del agua), dejando un vacío en la parte superior, cuya altura era, naturalmente, de ocho pulgadas. Este hecho por sí solo, bastó á Torricelli para deducir que la atmósfera equilibraba á la columna de mercurio. No obstante, la creencia de que la naturaleza tenia horror al vacío, persistia: estaba reservada á Pascal la gloria de esclarecer este punto y

acabar de una vez con tan antigua y arraigada preocupacion.

Este sábio tuvo noticia de los esperimentos de Torricelli, que el padre Mersenne dió á conocer en Francia en 1644, y le sugirió la idea de «*que el vacío no era una cosa imposible y que la naturaleza no le huia con tanto horror, como muchos se imaginan.*» —Tamaño desacato á la autoridad de Aristóteles, sostenida por el clero, no podia menos de escitar los ánimos de todos los que, en aras de un servilismo que la razon rechaza, habian hecho completa abdicacion de la suya. Asi es que el jesuita Noel escribió á Pascal diciéndole, que la parte del tubo que hoy llamamos cámara barométrica, (Galileo sostenia que estaba «*verdaderamente »vacía y destituida de toda otra materia*) se hallaba *ocupada* por el »elemento luminoso del aire (1), sútil, el cual atravesaba los »poros del vidrio para ocupar el lugar del agua ó del mercurio:» á lo cual replicó Pascal con este razonamiento incontestable; «Puesto que ambos desconocemos la naturaleza de la luz, y »probablemente será siempre desconocida, el argumento que em»pleais no tendrá jamás la fuerza necesaria para ser convin»cente.»—Pascal tenia razon: combatir un hecho con una hipótesis arbitraria y fundada en lo desconocido, solo era permitido á aquellos escolásticos que convertian en dogma científico los mayores absurdos, si habian sido emitidos ó patrocinados por Aristóteles.

Esta polémica, como todo lo que es discusion, no fué estéril; Pascal hizo repetir y repitió sus experimentos en distintos lugares, á diferentes alturas y observó lo que expresa del siguiente modo: «Si sucede que la altura de la columna del mer»curio (plata viva) es menor en la cima que en la base de una »montaña, preciso será decir que el peso ó la presion del aire »es su sola causa, y no el horror al vacío, siendo como es muy »cierto, que hay mucho mas aire al pié de la montaña que en »la cúspide de ella: puesto que no es admisible suponer que la »naturaleza aborrece mas al vacío en el fondo de un valle que »en la cresta de las montañas que le forman.» A este fuerte razonamiento, hijo de repetidos esperimentos, nada era fácil

(1) La luz pasaba entonces por un elemento del aire. Muchas de estas opiniones de Noel sobre la luz son aplicables al éter que admiten hoy los físicos.

oponer; pero tan hondas raíces habia echado entre los físicos de su época el *horror al vacío*, que el mismo Pascal tenia que disculparse de algun modo, «No me separo sin pesar, dice, de es»tas opiniones tan generalmente recibidas; lo hago cediendo á »la fuerza de la verdad: la evidencia me obliga á abandonar »opiniones á las que me tenia ligado el respeto á la antigüe»dad: asi es que no me he separado de ellas sino poco á poco, »porque del primero de estos tres principios: que la naturaleza »tiene un horror invencible al vacío, he pasado á este segundo: »que tiene horror, pero no invencible; y de este he llegado al »último, cual es: que la naturaleza no tiene horror al vacío.» En estas frases no se sabe, en verdad, qué admirar mas si la modestia del sábio, el temor de oponerse frente á frente á la creencia general ó el convencimiento profundo del hombre que ha descubierto una verdad.

La historia de la física moderna data desde Pascal.

El aire puro y seco pesa 1,^{gr}263 por cada litro, segun los esperimentos mas recientes. Se puede calcular que la columna atmosférica, que tiene de altura mas de 15 leguas, pesa un kilógramo sobre cada centímetro cuadrado de la superficie del globo y, segun un dato muy reciente de Mr. Dumas, el peso de la masa total de aire que forma la atmósfera se puede representar por 581,000 cubos de cobre de 1,000^{m} de lado cada uno. Suponiendo que la superficie del cuerpo humano esté representada por un metro y tres cuartos, tendremos que el peso que nuestro cuerpo soporta se eleva á la enorme cantidad de 17,000 kilógramos. Y sin embargo ¡cuántos siglos han trascurrido hasta conocer esta verdad! Por eso el célebre Haüy, en uno de esos momentos de buen humor, que no están reñidos con la severidad del sábio, exclamaba: «*hé ahí el peso con que iban cargados los antiguos filósofos que negaban la gravedad al aire*!»

III.

La química, en aquellos tiempos, era del dominio esclusivo de los alquimistas; se trabajaba mucho; pero todos los estudios tenian por objeto la trasmutacion de los metales; era el

pensamiento de Pitágoras aplicado á la materia. La ciencia no existia, por mas que Aristóteles, segun sus mas apasionados, nos hubiera dejado el gérmen de ella; asi es que el aire atmosférico estaba todavía considerado, si no como el elemento ó principio único de que se valió Dios para formar el mundo, segun pretendian Anaxímenes, Diógenes d' Apollonio y Archellaüs, que le divinizaron, al menos como un cuerpo simple, del cual, por lo tanto, no habia podido sacarse ningun otro distinto de él.

A últimos de la edad media (1489) un alquimista aleman, Eck de Sulzbach, observó que los metales aumentaban de peso cuando se los calcinaba. Repitió el experimento con el mercurio y hallo confirmada su observacion: el alquimista explicaba el fenómeno, diciendo: «que un espíritu se une al cuerpo del »metal, lo cual se prueba, añade, porque sometiendo á la des»tilacion el cinabro artificial, asi llamaba al óxido rojo, exala »un espíritu.» No cabe duda que Sulzbach alude al oxígeno; pero como en aquella época se creia que el aire era inmaterial, no pudo atinar con la verdadera explicacion.

Juan Rey, en el siglo XVII, publicó un libro que tituló *Tratado sobre la investigacion de la causa por la que el estaño y el plomo aumentan de peso cuando se los calcina* (1630). Este curiosísimo trabajo lo motivó una carta que desde Bergerac le dirigió el farmacéutico Brun, en la cual este decia á Rey, que habiendo querido calcinar dos libras y seis onzas de estaño se encontró despues de la calcinacion con que el estaño pesaba dos libras y trece onzas, es decir, siete onzas mas. Verdaderamente este hecho, que hoy nos parece tan natural, debia sorprender al inteligente boticario, que recibió la siguiente notabilísima respuesta de parte de Rey. *El aire es un cuerpo pesado y como tal puede ceder al estaño y al plomo algunas moléculas pesadas que, por su adhesion, aumentan necesariamente el peso primitivo de estos metales.* Es imposible espresar con mas exactitud lo que ha costado cerca de siglo y medio demostrar y comprender. La respuesta es tan concluyente que hoy ningun químico tendria reparo en hacerla suya.

Y no es esto decir que Juan Rey tuviera conocimiento de la composicion del aire; él suponia que este fluido se unia á los metales, es verdad; pero creia que era un cuerpo simple.

Poco despues vino Stahl (1700) y publicó su *Teoría del flogisto*, segun la cual los metales, despues de calcinados, debian pesar menos, puesto que por la calcinacion desprendian *el flogisto* para convertirse en tierras. ¡Grande absurdo, contrario á la observacion, opuesto al hecho consignado por el humilde boticario, y tan perfectamente esplicado por Rey, el modesto químico de Perigord, cuyo espíritu independiente se revela en estas palabras: «Confieso francamente que no he aceptado á »ciegas las palabras de ninguno de los filósofos: si la verdad »estaba con ellos, la he recibido: si no, la he buscado en otra »parte.» Pero Juan Rey no hizo doctrina, no estableció un sistema, y por absurdo que fuese el de Stahl y opuesto al hecho consignado en el escrito de Rey, la verdad se oscureció ante la incomprensible teoría del sábio aleman, primer médico del Rey de Prusia, cuya autoridad era incontrastablemente mayor que la del desconocido químico francés. La Europa entera lo aceptó, los sábios lo defendian; ¡que no ha habido ningun error en las ciencias que no haya tenido numerosos y ardientes partidarios! ¡Triste condicion de la humanidad, correr siempre en pos de lo inverosímil y de lo ideal, despreciando las mas veces lo sencillo y verdadero!

El flogisto prevaleció uno y otro año contra el sentido comun; pero la verdad, que habia sido entrevista en un apartado lugar de Francia, estaba destinada á brillar en Francia tambien un siglo despues y á estenderse por el mundo entero: el génio de Lavoisier la revela, la demuestra, la hace tangible á todo el mundo: pronunciando su *fiat lux*, (valiéndonos de la expresion del mas sábio de sus apologistas), disipa el caos y las tinieblas en que yacia la ciencia: los sistemas de fantasía se derrumban ante la fuerza de la lógica y un nuevo camino espedito y seguro se abre para la química.

Esta ciencia puede decirse que nace entonces y merced al impulso que la dió aquel génio creador, se desarrolla y toma tal incremento, que hoy lo abarca todo, lo domina todo: á ella acuden el alfarero, y el boticario, y el agricultor, y el ingeniero, á ella piden el pintor sus colores, sus armas el guerrero, el médico sus remedios: modifica las ciencias antiguas y crea otras nuevas: con ella penetramos en el interior de nuestro globo, le robamos sus secretos, y la tierra y el fuego dejan de ser elementos; y

descompone el agua y el aire, aislando los simples de que se forman; y para que su triunfo sea mas brillante, imitando y siguiendo á la naturaleza, con esos mismos simples reconstituye el agua y el aire que habia descompuesto....!

¡Tal es la ciencia de Lavoisier, génio de la Francia, gloria del siglo XVIII y baldon eterno para la revolucion francesa, que hizo rodar sobre un patíbulo la cabeza del venerable anciano, sin reparar que la corona de la inmortalidad ceñia su frente...!

Seria por demás prolijo y nos llevaria mas allá de los límites que nos hemos trazado al escribir estos renglones, referir las vicisitudes y experimentos suyos y agenos que preocuparon á Lavoisier hasta llegar á esta conclusion. «Que la parte de »aire que se combina con los metales es un poco mas pesada »que el aire de la atmósfera y que la que queda despues de la »calcinacion es un poco mas ligera: de modo que en tal su»puesto, el aire atmosférico, en cuanto á su peso específico, »daria un resultado medio entre estos dos aires.»

Las siguientes palabras terminan su importante Memoria: «Una parte del aire es susceptible de combinarse con las sus»tancias metálicas para formar *cales*, mientras que otra parte del »aire rehusa constantemente dicha combinacion. Esta circuns»tancia hace sospechar que el aire de la atmósfera no es un ser »simple, sino que está compuesto de dos sustancias muy diferen»tes: que la totalidad del aire atmosférico no se halla en un es»tado respirable, sino que contiene una parte salubre, que es la »que se combina con los metales durante su calcinacion, y lo »que queda despues de esta es una especie de *tufo* incapaz de »entretener la respiracion de los animales ni la combustion.»

El aire, pues, no es un cuerpo simple: está compuesto de un gas respirable que llamó *oxígeno*, y de otro no respirable que llamó *azoe*.

Al mismo tiempo (1774), que este maravilloso descubrimiento se hacia en Francia, Priestley en Inglaterra, y Scheel en Suecia, descubrian tambien el oxígeno. Nada de esto impidió que Lavoisier fuera quemado en efigie en Berlin, por haberse atrevido á sustentar una doctrina contraria á la de Stahl. —Lavoisier, con la balanza en la mano pesando los elementos que se separan del aire, respondia á todos los ataques, que muchas veces traspasaron los límites de la conveniencia y del

decoro.—«*En la naturaleza nada se pierde, nada se crea,*» hé aquí el principio de los antiguos filósofos, que este gran químico restablece demostrándolo (1).

Poco despues se descubrió que el agua estaba formada de dos cuerpos simples, con lo cual quedó destruido el último de los elementos en que creian los filósofos griegos.

Pues bien: gracias á los trabajos de Lavoisier, hoy sabemos que el aire está compuesto de dos gases, oxígeno y nitrógeno (ázoe) y que en 100 partes en peso de aire entran 23 de oxígeno y 77 de nitrógeno, asi como en 100 volúmenes hay 22'8 del primero y 79'2 del segundo.

Tal es la historia ligera y á grandes rasgos de los descubrimientos que se refieren á las propiedades físicas y químicas del aire atmosférico. Hemos creido conveniente hacer esta reseña antes de estudiar el aire con relacion á sus funciones para con el suelo agrícola, que es el objeto de nuestro trabajo; pero antes de terminar esta parte histórica, permítasenos añadir algunas palabras.

El aire, unido á la tierra y envolviéndola, forma con ella un conjunto, un todo inseparable. Suprimid el aire y la vida animal concluye y la vegetacion cesa, y la combustion se estingue, y el sonido no se produce: la naturaleza quedará muda. Es el espíritu de Dios que está sobre las aguas, como se dice en la Escritura Santa; lo vivifica todo. Es un ser divino, como dice Anaxímenes, «porque el Creador es invisible como el aire y este como Aquel, no es conocido sino por la vida que da y los beneficios que esparce.»

Como creacion de Dios, es perfecto: el aire es lo que debe ser y no puede ser de otro modo. Privadle de una sola de sus propiedades y no servirá; sustituidla por la que creais mejor, y

---

(1) No podemos resistir al deseo de copiar un párrafo de Hermes Trismegisto, el gran filósofo del antiguo Egipto, que dice así:—Nada se pierde, y es solo por error »llamar á los cambios muerte y destruccion.....» «Porque la muerte no existe; la »palabra mortal es una expresion vacia de sentido, no es otra cosa que la palabra »inmortal que ha perdido la primera sílaba. La muerte seria la destruccion, y na»da se pierde en el mundo. Si el mundo es el segundo Dios, un animal inmortal, »ninguna parte de un ser viviente é inmortal puede morir. Ahora bien, todo hace »parte del mundo, sobre todo el hombre, que es el animal razonable.... etc.» (Her»mes Trismegisto, por L. Mernard).

el aire no llenará sus funciones. Reemplazad los cuerpos simples de que se compone por los que mas os agraden, y el aire es imposible. Unid los elementos que le constituyen, no por la fuerza mecánica que los tiene mezclados, sino por una fuerza química, y el aire se convierte en un veneno..... Nada se le puede añadir ni se le puede quitar: lleva en sí todos los elementos que dan vida á la naturaleza: admite las impurezas que la tierra le envia y las trasforma y regenera; por eso encontramos su composicion constante: siempre las mismas cantidades relativas de oxígeno y de nitrógeno, ora se le observe en las elevadas cumbres del Himalaya ó en las bajas tierras de Holanda....! ¡Sublime armonía de la creacion! Sin duda por esta causa y por ser invisible, G. Wilson, cita al aire como el primer ejemplo para reconocer por medio de la química la existencia de Dios (1).

No nos lisonjeemos, sin embargo, de haber apreciado con exactitud todas y cada una de las propiedades del aire: muchos fenómenos nos presenta que en vano tratamos de explicar. Acaso esté reservada esta suerte á la generacion que hoy nace la cual, á su vez, rectificará y se admirará de los errores nuestros; pero la naturaleza entonces nuevos arcanos ofrecerá á su meditacion, que no en vano dijo el ilustre astrónomo que citamos al empezar este artículo, las siguientes palabras con que lo terminamos.

«Croire tout decouvert est un erreur profonde:
«C' est prendre l'horizon pour les bornes du monde.»

SEGUNDA PARTE.

Hasta aquí nos hemos limitado á narrar las opiniones principales que, desde los tiempos mas remotos, se han emitido respecto del aire, fijándonos muy particularmente en las que teniendo por base la experimentacion, han conducido á reve-

(1) *Religio Chemice.—Chemistry and natural theology.*

lar una verdad. Entrando de lleno en el objeto de nuestro escrito, vamos á estudiar las funciones que ejerce aquel fluido en la vida de las plantas.

I.

Oxígeno, nitrógeno. He aquí dos nuevos elementos que mezclados reemplazan á uno de los antiguos (1). Ambos son gases permanentes, es decir, que no se les ha podido liquidar: el primero mas pesado que el aire; el segundo necesariamente mas ligero. Aquel activo, enérgico, produce y sostiene la combustion, mantiene la vida de los séres organizados y la sobreexcita hasta producir su muerte: este débil, pasivo, no sirve para la combustion ni para la vida, y si en él se extinguen ambas no es porque las sea contrario, sino porque no puede darlas lo que ellas necesitan. Uno y otro, aunque poco, son solubles en el agua; pero el oxígeno lo es mas que el nitrógeno: de modo que calentando este líquido, el aire contenido que se desprende no tiene ya la misma composicion que el atmosférico: es mas activo, mas enérgico, mas oxidante, está mas cargado de oxígeno. No hay siquiera antagonismo entre ambos gases: hay, sí, indiferencia absoluta por parte del nitrógeno; es, como si dijéramos, el diluyente, el atenuante, el regulador de la energía de aquel.

Y estos cuerpos permanecen eternamente mezclados, agitándose con nosotros, girando con nuestro globo, siempre asociados de la misma manera, ora convirtiéndose en revueltos torbellinos ó en violentos huracanes, ora se los comprima ó se los dilate.

No se crea que con ellos no se pueden formar otros diferentes; hasta cinco admiten hoy los químicos (2); pero ninguno,

---

(1) Los químicos llaman *elemento* á todo cuerpo que no ha sido posible descomponer por los medios de que dispone la ciencia.

(2) El óxido nitroso, óxido nítrico, ácido nitroso, ácido hiponítrico y ácido nítrico, compuestos todos exclusivamente de oxígeno y nitrógeno; pero en cantidades diferentes, son verdaderas combinaciones químicas.

DIPUTACION PROVINCIAL - BIBLIOTECA - MADRID

examínense como se quiera, podria sustituir al aire atmosférico. En este, las propiedades de sus componentes quedan intactas; en aquellos se pierden ó destruyen para formar un nuevo cuerpo, que no se parece en nada á los que le constituyen. Tal es, aparte muchas otras la diferencia esencial que hay entre la *mezcla* y la *combinacion*; y como de las mezclas es mas fácil que de las combinaciones eliminar y apropiarse alguno de sus elementos, la Naturaleza, que todo lo ha previsto, lo dispuso asi (1) para que pudieran verificarse la multitud de fenómenos que en él tienen lugar.

Por sencilla que aparezca en su esencia la composicion del aire, no puede ocultársenos que ha de contener mas cuerpos que los citados, puesto que la atmósfera rodea á la tierra, la cual desprende incesantemente vapores. La alteracion, sin embargo, consiste solamente en que se la agrega cierto número de cuerpos en cantidades muy variables y dependientes de infinitas circunstancias. El vapor de agua, el ácido carbónico, carburos de hidrógeno, amoniaco, ácido nítrico, ácido nitroso, corpúsculos ó miasmas orgánicos, tales son los principales cuerpos que se hallan en la atmósfera, sin que por esto queramos decir que no contenga otros. Los naturalistas la consideran como el gran laboratorio de la tierra donde las sustancias se trasforman, condensan y precipitan, segun determinadas leyes.

Los espectáculos mas brillantes de la naturaleza se verifican en el aire atmósferico: en él se forman las nubes y se produce el rayo y la escarcha, el rocío, las lluvias y las tempestades: en él se forman los vientos que llevan el gérmen fructificante de las plantas, ó la fuerza desoladora que arranca los árboles y destruye las ciudades. Al aire consideramos como el

---

(1) Los filósofos griegos anteriores á Aristóteles negaban que *las cosas pudieran mezclarse*, Claro es que no distinguian la mezcla de la combinacion. El sabio peripatético refuta y contradice esta hipótesis y cita en apoyo de la suya unos versos de Empedocles que dicen:

Nada hay constante en la Naturaleza
Todo es mezcla y separacion.

(Aristóteles —Tratado de la produccion y de la destruccion de las cosas.)

vehículo de esos miasmas deletéreos que diezman la humanidad; al aire atribuimos el poder de alejarlos; el aire, en fin, es el orígen del bien y del mal...!—¿Quién, despues de esto, puede admirarse de que los hombres de ciencia investiguen, analicen y estudien incesantemente el aire atmosférico? Por eso cada dia se descubren en él nuevos cuerpos; ya el hidrógeno sulfurado, ya el ácido nítrico, ya el cloruro sódico (sal comun), y no falta quien asegure que en la atmósfera existen tambien los diablos; pero la química, todavía no ha encontrado reactivos que revelen la presencia de tales séres (1).

Aun cuando el aire atmosférico está esencial é invariablemente compnesto de 21 volúmenes de oxígeno, y 79 de nitrógeno, tiene además, ácido carbónico y vapor de agua represen tados por cantidades muy variables cuyo término medio puede fijarse respectivamente en $\frac{1}{2.500}$ y $\frac{1}{150}$

Pero el aire es el alimento de la combustion y de la vida animal, una y otra consumen oxígeno, una y otra le devuelven á la atmósfera convertido en ácido carbónico, es decir, que nos apoderamos de su principio vivificante y le devolvemos un gas mortífero; es decir, que al cabo de algun tiempo, siendo, como es, limitada la cantidad de aire atmosférico, este se convertiria en un veneno; la vida y la combustion serian imposibles: la naturaleza quedaria muerta..! (2).

---

(1) En las *obras filosóficas* del Dr. Bartolomé Keckermano, impresas en Génova en 1614, en el libro 6.° del sistema físico, cap. IV, se dice, «que el Diablo se deleita »mucho en el elemento del aire y en aparecer con la figura de Serpiente y Dragon »volante. Lo prueba con algunos lugares de la Sagrada Escritura, como son Ephes. 2. V. 2, en que se lee «que *el Diablo es un principe en quien reside la potestad del aire.*» Cita á Gaspar Peucero en el libro 1.° de Divinitat, y á J. V. Viero, y otros que escribieron de los órdenes de Demonios, y dicen que el sexto órden *tiene su principal lugar y dominio en el elemento del aire.*

(2) Un autor moderno ha calculado que la cantidad de oxígeno que se consume anualmente, se puede representar de este modo:

	Metros cúbicos.
La especie humana.	160.000.000.000
Las demás especies.	640.000.000.000
Total.	800.000.000.000

Por otra parte, se ha visto que, término medio, la cantidad de ácido carbónico

He aquí una de sus grandes armonías: á medida que los animales impurifican la atmósfera, los vegetales la depuran con tal perfeccion, con tal regularidad, que los elementos del aire permanecen siempre los mismos. ¡Y esto no es de hoy, ni de ayer: es de toda la vida! (1).

Cómo se verifica este gran fénómeno, es lo que vamos á explicar, guiados por la eterna luz que brotó del génio del inmortal Lavoisier.

II.

Las plantas. Estos séres, que, á despecho de Pitágoras, no son considerados como sensibles por los naturalistas modernos, nacen, se alimentan, crecen, se reproducen y mueren en el mismo lugar. Todas sus funciones las verifican en un solo sitio, pues carecen de órganos de locomocion. Por medio de las *raíces* están adheridos á la tierra; el *tronco* y las *ramas* los elevan del suelo; las *hojas* los visten: las *flores* los adornan, y las *semillas* suministran los gérmenes de la reproduccion.

Las plantas viven, decimos, y si viven respiran, y si respiran es á espensas del aire; pero los cuerpos que viven ó respi-

---

que un hombre exhala en veinticuatro horas es de 250 gramos, ó sean 126 litros. Si todo el ácido carbónico y amoniaco exparcidos en la atmósfera pudieran reunirse para formar una capa que rodease y tuviera por base la superficie de nuestro globo, se veria que el primero de dichos gases ocuparia una altura de 2'50 m. y el segundo de 0'004 m. apenas. Por supuesto consideradas sus densidades ó la presion y temperatura ordinarias.

Mr. Dumas, el célebre químico á quien tanto deben las ciencias, y del que tanto esperan todavía, asegura, que si la atmósfera no tuviera medios de purificar el aire, aun tendríamos oxígeno para 800,000 años, y que solo á los 10,000 empezaríamos á notar su disminucion. Por fortuna, la naturaleza ha previsto y arreglado las cosas de modo que estos cálculos serán eternamente verdaderas hipótesis; á no ser así, sabríamos el fin del mundo, al menos para el reino animal. Sin embargo, Juan Pico de la Mirandola, el famoso filósofo y teólogo del siglo XV, el autor de las 900 proposiciones sobre todas las ciencias, de las cuales las 71 últimas están destinadas al arte cabalístico, afirma (esto ya no es hipotético) que el mundo concluirá el año 1996.

(1) Liebig ha hecho la análisis del aire contenido en un lacrimatorio perfectamente cerrado, y cuyo orígen parece remontarse á 200 años antes de J. C. El resultado obtenido por este ilustre químico, prueba lo que acabamos de decir.

ran, pues estas palabras han llegado á ser en muchos idiomas verdaderos sinónimos, crecen y se desarrollan y para esto necesitan alimentarse.—¿Dónde buscan su alimento unos séres que eternamente están encadenados al sitio en que nacieron? La respuesta no es dudosa; nunca pudo ser ignorada. El suelo, decian los antiguos, es el depósito inagotable para la nutricion de las plantas. Es cierto; pero no es todo: hay algo mas, como vamos á ver, examinando las principales condiciones químicas de la vida de los vegetales.

Los cuerpos que forman las plantas son de dos clases: combustibles é incombustibles. Los primeros desaparecen ó se desprenden cuando se quema el vegetal: los segundos constituyen el resíduo, que se llama ceniza. Aquellos tienen por orígen el ácido carbonico, el amoniaco y el agua; y de los incombustibles, los mas principales son el ácido fosfórico, el ácido sulfúrico, el ácido silícico, la potasa, la sosa, la cal, la magnesia, el hierro y el cloruro sódico (sal comun).

Una nueva teoría, hija de la observacion y la esperiencia, admite que los principios nutritivos de todos los vegetales, á excepcion de los hongos y algunas parásitas, son de naturaleza inorgánica, los cuales, en el organismo vegetal, se trasforman en una sustancia susceptible de actividad orgánica. Por eso se la llama *Teoría mineral*, y en ella la atmósfera juega un importantísimo papel en los fenómenos que se verifican en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Germinacion. Es el primer acto de la vida vegetal, en virtud del que el embrion rompe los tegumentos de la semilla y continúa su crecimiento. Para que asi se verifique se necesita el concurso de tres condiciones esteriores: el *agua* que reblandece la semilla, la hincha y disuelve los principios nutritivos de la nueva planta: el *calor* en determinada intensidad que facilita esa accion, y el *aire* que actúa químicamente, verificándose un fenómeno análago al que tiene lugar en los animales: es decir, que su oxígeno se combina con el carbono de la planta y se desprende ácido carbónico en un volúmen igual al del oxígeno absorbido: de este modo lo esplican al menos Edwards y Collin.

Al mismo tiempo que una parte de la materia amilacea se consume por la oxidacion, la otra se trasforma: es pre-

ciso que se convierta en materia soluble para que pueda pasar directamente á los tegidos vegetales, y así se verifica bajo la influencia de un fermento particular *la diastasa* (1) (que se desenvuelve ella misma por medio de una verdadera combinacion química) y en presencia de esta sustancia la fécula se convierte en *dextrina*, esta en *glucosa* (materia azucarada) que es completamente soluble.

¿Cómo se verifican estas trasformaciones? Secretos son de la naturaleza, que en vano el hombre ha tratado de investigar. Que una misma sustancia, sin mas que la presencia de otra, cambie sus propiedades físicas y químicas, y, sin embargo, su composicion y peso sean los mismos, es un misterio profundo de la ciencia al que hemos dado un nombre, única cosa que hemos sabido hacer. *Catalysis*, este es el que le dió Berzelius, y en virtud de las propiedades catalyticas de la *diastasa*, la *fécula* se trasforma en *glucosa*, que circula por las celdillas del embrion y de los vasos rudimentarios para excitar su desenvolvimiento. Estas primeras disoluciones forman los elementos de la *sávia* del nuevo vegetal, que es, por decirlo asi, la sangre que circula, y que en virtud de otro fenómeno importante, y que algo se asemeja al que tiene lugar en el organismo animal, la materia azucarada que contiene la *sávia*, se oxida lentamente fijando el oxígeno del aire atmósferico y devolviendo ácido carbónico. Como en toda combinacion química hay desprendimiento de calor, en esta importante funcion de las plantas se observa tambien que la temperatura se eleva (2).

---

(1) La *diastasa* ha sido descrita por M. Payen, y estudiada en la cebada germanada. Parece que existe un principio análogo en la saliva del hombre y de los mamiferos.

(2) La respiracion de los vegetales tiene por objeto principal absorber ciertos elementos del aire atmosférico para conservarlos (el carbono y aun el nitrógeno) mientras que en los animales se verifica lo contrario, esto es, desembarazarse del carbono que ya no hace falta. En aquellos puede decirse que es una parte de la nutricion, pues condensan en sí los elementos que necesitan, y en los animales es un acto de depuracion, pues que se privan de los elementos que no necesitan.

La respiracion vegetal se efectúa principalmente por las hojas y las partes verdes, que estan dotadas de infinidad de estómatas, por las cuales, bajo la influencia de la luz, absorben el ácido carbónico, le descomponen, fijan el carbono y devuelven el oxígeno. Es, pues, lo repetimos, un verdadero acto de nutricion.

El fin ú objeto de respirar los animales no es tan determinado. Aristóteles fué

Ahora bien: el aire atmosférico hace en todas estas funciones el principal papel; es indipensable para el desenvolvimiento del embrion, y si alguna duda quedase, un solo experimento bastaria para desvanecerla. Colóquese la semilla en el vacío con todas las condiciones de humedad y calor mas convenientes, y la germinacion no se verifica.

Nutricion.—La planta nace y, durante cierto tiempo, la bastan para vivir los elementos que contiene la semilla, con la humedad y el aire atmosférico (hablamos en general); pero llega un momento en que esto no es suficiente para su desarrollo, necesita alimentarse y busca en la tierra en que está fija y en el aire que la rodea, los elementos que los animales pueden ir á buscar á todas partes.

Los principios nutritivos de las plantas residen en la atmósfera y en el suelo; obran en concurso los unos con los otros, y la ausencia de cualquiera de ellos anula la accion de los demás. Por eso dice Liebig con sobrada razon, que no se debe dar mas importancia á unos que á otros: todos la tienen igual, «los de forma gaseosa son absorbidos por las hojas, y »los principios fijos por las raíces: los primeros entran comun»mente en la composicion del suelo y obran sobre las últimas »fibras de las raíces como sobre las hojas; es decir, que pue»den tambien penetrar en las plantas por las raíces. Los prin»cipios gaseosos son por su naturaleza misma movibles, mien»tras que los principios fijos permanecen inmóbles, y no »pueden, sin el auxilio de otros, abandonar el lugar que ocupan (1).»

Tal es el objeto de la sávia, que reemplaza prodigiosamente á la falta de locomocion: se encarga de disolver y adquirir por las raíces del vegetal las sustancias asimilables que hay en el suelo y despues las conduce por el tronco y por todos los órganos hasta las mas apartadas hojas, dejando en cada sitio las

---

el primero que se ocupó en ello, y daba tanta importancia á sus investigaciones que hace notar que ni Anaxagoras, ni Diógenes d' Apollonio, ni Empedocles, ni Demócrito dijeron nada sobre el particular. Para el filósofo de Estagira el objeto ó fin de la respiracion no era otro que *el de refrescar el calor natural.* (Psychologia. De Parva naturalia.)

(1) Liebig.—Cartas sobre la agriaultura moderna.

materias propias para su desarrollo, y devolviendo vapor de agua y oxígeno á la atmósfera.

Y este movimiento, esta elevaeion de la sávia que puede explicarse perfectamente segun los trabajos de Hales, Ducholhet, Brücke, Deschartre y otros por fuerzas puramente físicas, con gran contentamiento de los materialistas, permanece envuelta en misterios cuando se le considera en su período de descenso.

Es un hecho conocido, que la sávia ascendente vá concentrándose á medida que deposita en cada órgano que recorre los materiales que necesita para su formacion. Allí, en efecto, desprende gran parte del agua que le ha servido de vehículo, y el ácido carbónico que tenia en disolucion se descompone; bajo la influencia de la luz desprende el oxígeno y deposita el carbono para producir nuevas combinaciones: azúcar, almidon, celulosa y otras sustancias; entónces la sávia empieza á descender, ya no se sabe bien por donde ni por qué causa, y todavía se sabe menos cuál es la fuerza misteriosa que ha dado lugar á tantos cuerpos diferentes, casi todos formados por los mismos elementos y muchos por el mismo número de ellos. Aquí la mecánica no basta, la materia por sí sola es insuficiente, el movimiento lo es tambien, las funciones del organismo quedan inesplicables sin mas que materia y movimiento, estos dos elementos que pedia Descartes para formar un mundo. ¡El mundo de este filósofo seria un cadáver!

«El Dios eterno, inmenso, sábio, todopoderoso, ha pasado »ante mí, decia Linneo despues de sus admirables trabajos »sobre el organismo de las plantas, no he visto sino un re»flejo que ha arrebatado mi alma hasta el estupor de la admi»racion. Aquí y allí he seguido su huella entre las cosas de la »creacion, y en todas sus obras, aun en las mas pequeñas é »imperceptibles, ¡qué sabiduria, qué indefinible perfeccion..!»

III.

El suelo. Puesto que la vida de las plantas depende del concurso preciso de los elementos del aire y de la tierra, (ya

hemos visto cómo aquel se descompone, deposita en las hojas su carbono y se oxida la fécula de la semilla) conduce á nuestro propósito hablar del suelo vegetal y de los diferentes fenómenos que en él se verifican para que se formen y sean asimilables las diversas sustancias que han de alimentar á las plantas. Permítasenos, antes de entrar en materia, una pequeña digresion.

La tierra, cuando salió de las manos del Hacedor, no era lo que es, ni tenia la forma que hoy tiene. Todo induce á creer que el globo se hallaba en un estado flúido-pastoso, y, segun la opinion de algunos geólogos, todos los cuerpos simples que conocemos estaban sobrepuestos los unos á los otros, de modo que los mas pesados, como plata, oro, etc., ocupaban el centro; y los mas ligeros, alumino, calcio, magnesio, silicio, etc., la superficie. Habia una atmósfera pesada é irrespirable que contenia todas las sustancias que el calor del globo habia volatilizado; entre otras, los ácidos sulfuroso, sulfúrico, fosfórico, clorhídrico, etc., vapor de agua y de metales, como el mercurio, antimonio, etc. La tierra empezó á enfriarse por la superficie, y, como es consiguiente, esta se contrajo comprimiendo á la masa flúida interior, la cual, rompiendo la corteza sólida, dió lugar á la formacion de las montañas. Bajo la influencia de un nuevo descenso de temperatura, el vapor de agua se condensó, é inmensas lluvias cayeron sobre la tierra, disolviendo los vapores que habia en la atmósfera. Estos, que, como hemos dicho, estaban formados por los ácidos sulfúrico, fosfórico, clorhídrico, etc., en presencia de los metales y óxidos que encontraron en la superficie del globo, se combinaron con ellos y formaron las diferentes rocas, tales como la sal comun, yeso, creta, etc. La accion química se prolongó hasta que los ácidos enérgicos se saturaron ó combinaron totalmente con los óxidos que encontraron en la tierra. La temperatura del globo disminuia, y los grandes trastornos interiores fueron cada vez mas pequeños; sin embargo, algunos tuvieron lugar todavía, que dieron por resultado el rompimiento de varias montañas, que ciertos terrenos se levantasen, y el repliegue de sus capas, así como el desecamiento de algunos depósitos de agua, ya dulce ó salada, y la formacion de otros nuevos. La temperatura, que todavía era la de la ebullicion del

agua, disminuyó sucesivamente, y los primeros signos de la vegetacion aparecieron bajo la forma de plantas muy imperfectas, tales como los líquenes, musgos, helechos, y mas tarde, palmeras y coníferas.

Llegó el momento en que se formó la tierra vegetal, á expensas de las rocas que existian. Las causas que la produjeron no fueron, ni son otras que: el agua, el ácido carbónico, el oxígeno del aire y el movimiento mismo de la atmósfera.

El agua ya líquida ó sólida, obra de distinto modo. En el primer estado penetra en las rocas por todas partes, se infiltra en ellas hasta grandes profundidades, arrastrando en disolucion todas las sustancias susceptibles de disolverse, actuando tambien mecánicamente y dejando oquedades mas ó menos grandes, que nuevas masas de agua invaden, las cuales chocan en estos huecos ó cavernas, cuyas paredes se desmoronan y caen convertidas en fragmentos, que el agua arrastra, deshace y mas tarde el viento se encarga de esparcir por todas partes.

En los países frios, estos efectos reconocen otra causa. Durante la estacion del calor, el agua obra como en los climas templados; pero al llegar el invierno, no pudiendo mantenerse líquida, se solidifica; y, como es sabido que el agua al pasar de aquel estado á este aumenta de volúmen con una fuerza irresistible, hace saltar las rocas mas duras y compactas. — Asi se esplica satisfactoriamente la rápida formacion de tierra al pié de las montañas, sobre todo en los países frios.

El oxígeno del aire, además, se combina con los diferentes óxidos metálicos que existen en las rocas, los sobreoxida y aumenta su volúmen, con lo que se produce otra causa destructora semejante á la del hielo que corroe incesantemente las montañas. A su vez el ácido carbónico, actuando sobre ciertos carbonatos, los de cal por ejemplo, los convierte en bicarbonatos, que ya son solubles, y por lo tanto fácilmente disueltos por las aguas.

Los vientos, es decir, el aire en movimiento, toma una gran parte en este sistema de destruccion general, pues renovando las cantidades de agua, de oxígeno y de ácido carbónico, mantiene constantemente en actividad la causa de la degradacion de las montañas para formar esas inmensas extensiones que, mas tarde, han de producir el alimento del hombre.

Este es el orígen de la tierra vegetal, sin que nosotros entremos á examinar otro gran número de concausas que influyen en su formacion, tales como la altura de las montañas, los climas, etc., todo lo que nos alejaria de nuestro objeto y del que en estas líneas nos hemos propuesto. Aceptada esta teoría, como mas conforme con los conocimientos modernos, no se puede dudar de que el aire ha tenido una participacion muy grande en el deterioro de las rocas, y ha contribuido, por lo tanto, eficazmente á la formacion del suelo vegetal.

IV.

Liebig y las leyes naturales de la agricultura. Una verdad casi siempre abre camino para descubrir otras. Las verdades reveladas por Lavoisier han germinado, y un eminente filósofo y químico, desde su estudio de Giessen, nuevas verdades ha arrancado á la naturaleza y ha fundado tambien leyes (1) que ellas solas bastarian para hacer pasar su nombre á la posteridad.

El lector recordará cuánto hemos insistido en que EN LA NATURALEZA NADA SE PIERDE, NADA SE CREA; pues bien, partiendo de esta ley, Liebig ha hecho en la agricultura descubrimientos de la mas alta importancia. Oigámosle un momento discurrir sobre la Naturaleza.—«No hay, pues, fenómeno aislado; cada »uno está siempre ligado íntimamente á otro ó á otros muchos

(1) Refiriéndose á lo que se entiende por *verdad*, se expresa Bufon de este modo: «...las verdades físicas no son en modo alguno arbitrarias, ni dependen de »nosotros; pues en vez de apoyarse en suposiciones que hayamos inventado, no »tienen otro fundamento que los hechos. Una série de hechos semejantes, ó si se »quiere una repeticion frecuente y una sucesion no interrumpida de los mismos »sucesos, constituye la esencia de la verdad física: lo que se llama verdad física »no es mas que una probabilidad; pero tan grande que equivale á una certeza...»— »Basta que una cosa suceda siempre del mismo modo, para que nos dé una certeza »ó una verdad.» Mas adelante añade: «porque nuestros sentidos, siendo ellos mis»mos efectos de causas que no conocemos, no pueden darnos ideas *mas que de* »*efectos*, y jamás de causas: asi pues, estamos reducidos á llamar causa á un efec»to general, y á no pretender saber mas.»—En otro lugar, añade: «Estos efectos »generales son para nosotros las verdaderas leyes de la naturaleza.» *Buffon Histoire naturelle, general et particuliere, premier discours: De la maniere d' etudier et de traiter l' Histoire naturelle*

»que á su vez se unen entre sí.»—«Nosotros consideramos la »naturaleza como un todo en que los fenómenos están unidos »unos á otros, como los nudos de una red.»

«Observar, para nosotros, es querer asegurarnos por nues»tros sentidos, cuando uno de los nudos de la red se mueve ó »modifica, cuál es de entre los otros el que ha participado del »movimiento ó de la modificacion, porque tenemos la seguridad »de que han tenido que experimentar una mutacion.»—«Como »cada fenómeno natural es una resultante, es de la mayor im»portancia adquirir desde luego conocimiento exacto de sus »elementos, así como de su naturaleza y de sus propiedades, y »en seguida discernir de una manera rigorosa la parte de accion »que deba atribuírsele á cada uno de ellos. No explicamos los »hechos en sí mismos, sino simplemente sus relaciones mútuas, »y no debemos conceder un valor cierto, sino á aquellos cuya »relacion conozcamos: esta relacion lleva el nombre de Ley.»— En otro párrafo dice:—«La mayor parte de los hombres tienen »solo ideas muy imperfectas sobre el orígen primero de las con»diciones de su existencia. Piensan que lo mismo que sale y se »pone el sol diariamente y que las estaciones se repiten lo »mismo las cosechas deben sucederse constantemente. Y como »esto dura ciento y miles de años, deducen que la naturaleza »vela para que la humanidad no pueda parecer ni degenerar.» —«El Creador en su infinita bondad ha previsto todo con la mas »grande sabiduría, en efecto: y esa mano Todopoderosa ha ins»crito los preceptos que el hombre debe seguir en el gran libro »de la naturaleza.

»Además le ha dado la razon, una parte de él mismo, y le »ha dotado así de la facultad de leer su libro y de comprender »el órden divino que ha establecido en el mundo: le ha hecho, »en fin, dueño de sus destinos, y le ha puesto en la mano los »instrumentos de su prosperidad y de su porvenir (1).»

El hombre que así discurre, y que domina, además, una ciencia de observacion, no es estraño que haya llegado á los resultados que vamos á indicar.

Todo era misterioso, como ya hemos dicho, en la germi-

---

(1) Leyes naturales de la agricultura, por el Baron de Liebig.

nacion y desenvolvimiento de las plantas. El empirismo ha sido el guia constante de la agricultura, y un hecho (que para muchos pasaba inadvertido, y que solo los perjudicados con él le deporablan, sin examinar la causa ó no sabiendo examinarla), el empobrecimiento del suelo, se iba haciendo y se hace notar por todas partes.

Las tierras hoy producen menos que antes: lo que era incomprensible, Liebig lo ha esplicado perfectamente; es mas, lo que pareció irremediable tiene un fácil remedio.

Desde el momento en que se ha estudiado con detenimiento el fenómeno de la nutricion de los vegetales, y se ha visto el orígen ó depósito de sus alimentos, se ha podido deducir, que siendo unos propios del suelo y otros de la atmósfera, aquellos debian tener un fin como lo tendrian los segundos, si el aire atmosférico no estuviese siempre renovándose.

Y no es esto decir que la tierra se esterilice y que pierda los principios asimilables en toda su profundidad; basta que disminuyan en la capa vegetal y que no puedan presentarse en un estado particular á la accion de las raíces. Claro es que el subsuelo contendrá aquellos elementos, que la planta en una série de cosechas ha sacado del suelo; pero no sirven, es preciso para que sean utilizables, que se hayan transformado en tierra vegetal, es decir: que hayan sufrido esos cambios, esa division mecánica, de que ya nos ocupamos en otro lugar.

Además, y este es uno de los descubrimientos importantes del químico antes citado, las sustancias asimilables no están disueltas en el momento de ser absorbidas por las raíces, se encuentran al estado sólido retenidas ó en suspension, si asi puede decirse, por la tierra vegetal, del mismo modo que en el carbon se encuentran las materias colorantes, despues de haber filtrado por él el líquido que las contenia. A este estado llama Liebig *combinacion física.*

Espliquémonos mejor con un ejemplo. El fosfato de cal es una sustancia que entra generalmente en la composicion de las plantas: este fosfato sólido, arrojado sobre el suelo, no estaria en condiciones de penetrar en el vegetal; el agua tampoco le disuelve, es preciso para ello que contenga algun ácido; el ácido carbónico de la atmósfera; entonces el fosfato, queda disuelto, y al pasar la disolucion por la tierra vegetal, esta se

apodera del fosfato, le retiene; no en combinacion química, sinó interpuesto mecánicamente en un estado de division tal, que si bien el agua pura no puede volver á quitárselo á la tierra, bastaria activar un poco la facultad disolvente del agua con un álcali, para que al momento le disolviera de nuevo. Al estado, pues, de *combinacion física* es como se presentan los principios nutritivos de los vegetales á la accion absorbente de las raíces, para que estas lo disuelvan y absorban instantáneamente.

Este hecho nos enseña, que el subsuelo no puede darnos anualmente las sustancias que en el mismo período extraemos de la tierra de labor (y como hacen falta para la nutricion de la planta) si por medio de los abonos no las facilitamos, en este caso los rendimientos de cada año serán menores. Es preciso, pues, que calculemos qué cantidad de sustancias fijas quitamos á la tierra anualmente para devolvérsela al año inmediato.

Pero, hemos dicho, que el aire contiene tambien principios nutritivos para las plantas. Hasta aquí se creia que solo el ácido carbónico, que proviene de la combustion animal, era cuerpo asimilable, que las abandonaba su carbono y restituia su oxígeno á la atmósfera; pero hay mas: el nitrógeno hace á su vez un papel importantísimo, que no ha sido conocido hasta ahora, porque no siendo este gas por sí solo asimilable, no se comprendia de qué modo podia intervenir en la vida vegetal.

Es un hecho que en toda tierra existe amoniaco (así lo prueban repetidísimas análisis) ya al estado alcalino, ya formando carbonales ó nitratos, el cual es absorbido por la raíz lo mismo que el ácido carbónico. ¿Pero de dónde proviene el amoniaco? El cultivador que sabe que los principios vegetales lo contienen, trata de proporcionarlo á la tierra por medio de abonos orgánicos; pero no basta, y seria imposible atender de este modo á todas las necesidades de la agricultura. La naturaleza previsora ha hecho que el nitrógeno de la atmósfera se convierta en nitrito amónico con la mayor facilidad. Un experimento de Schoenbein nos ha revelado el secreto.

Los químicos creen que los vapores que exhala en la atmósfera el fósforo húmedo son de ácido fosforoso, y no es cierto: lo que se forma es nitrito amónico. Dos equivalentes de nitrógeno del aire atmosférico se combinan con cuatro de agua y producen la sal que hemos dicho. Cosa singular: este mismo

cuerpo, el nitrito amónico calentándole, es del que se valen generalmente los químicos para obtener el nitrógeno en los laboratorios, y sin embargo, nadie habia descubierto este medio de producirle. El fósforo no es solo el que tiene dicha propiedad, participan de ella un gran número de sustancias, entre las que se cuenta la tierra vegetal.

Así se explica hoy satisfactoriamente el por qué de los barbechos, sobre todo en las tierras destinadas á cereales. En efecto, todos sabemos que, despues de algunas cosechas, ciertos terrenos necesitan descanso y se labran de barbecho. Lo que sucede es lo siguiente: los principios asimilables, ó que están en combinacion física, se han agotado: el suelo tiene que acudir á la atmósfera y al subsuelo en busca de repuesto, pero como en este, dichas sustancias se encuentran al estado de *combinacion química*, y por consiguiente no asimilables, es preciso remover la tierra para que la accion mecánica del aire y la accion química de las sales amoniacales dé á las sustancias nutritivas las propiedades de combinacion física, lo que se verifica mas ó menos pronto, segun las diversas circunstancias.

Otras veces el suelo no necesita mas que sales amoniacales, porque siendo rico en los demás principios nutritivos, la atmósfera no ha tenido tiempo de depositar en él aquellas sales, y se consigue por medio de la labor de barbecho, es decir, con una exposicion prolongada á la influencia del aire.

En resúmen, el ácido carbónico y las sales amoniacales casi siempre los suministra la atmósfera en cantidad suficiente, de modo que no hay necesidad de emplearlo como abono: pero como este gran depósito se agotaria, la naturaleza ha dispuesto que durante la vida de los animales, los alimentos que los mantienen vuelvan á ser lo que eran antes. Las plantas y los animales sufren tambien, despues de su muerte, un cambio semejante al que experimentan en el acto de la nutricion: sus elementos combustibles se trasforman en agua, ácido carbónico y amoniaco que, por su naturaleza gaseosa, se esparcen de nuevo en la atmósfera para otra vez formar y desenvolver una nueva generacion.

El, aire que jamás está en reposo, que posee un movimiento ascendente y descendente, aun cuando no sintamos la mas

leve ráfaga de viento, se encarga de mezclar todos esos productos para formar un todo homogéneo.

Vemos, pues, que la atmósfera interviene mecánica y químicamente en la formacion del suelo vegetal y en la vida de las plantas. En ella está el oxígeno qne oxida la fécula, el ácido carbónico y el nitrito amónico que las lluvias depositan en el suelo hasta llegar á las raíces delas plantas, donde se trasforman y regeneran, devolviendo á la atmósfera sus principios vivificantes.

¡Este equilibrio existe eternamente, la armonía no se turba jamás! Los animales, dice un filósofo, se mueven y corren en busca de su alimento: la planta inmóvil está colocada en medio del suyo, sus ramas se estienden por todos lados, sus hojas son otras tantas bocas, que se apoderan del aire y del agua que le rodean. El reino vegetal es el solo fundamento de la vida de los animales, que á su vez son alimento del hombre. Todo ello parece indicarnos que praderas y bosques y animales y el hombre mismo, no son mas que una cadena formada de aire y que un soplo de la Providencia deshace con su voluntad.

¡Grande y terrible pensamiento, que al mismo tiempo nos dá idea de nuestra pequeñez y del inmenso poder del Creador....!»

Febrero de 1868.

EL AGUA.

PRIMERA PARTE.

I.

«El agua es el principio y fin de todas las cosas: las plan»tas y los animales no son mas que agua condensada, y en »agua se convierten despues de su muerte.» «Por eso está esparcida con tanta abundancia en todas partes.»—Así se esplica Thales, el fundador de la escuela jónica, 640 años antes de Jesucristo, y por mas que haya error grande en la apreciacion de este filósofo, respecto á lo que es el agua, ella revela, sin embargo, un estudio profundísimo sobre la importancia que en la naturaleza tiene tan maravilloso agente. En prueba de ello véase lo que hoy dice Tyndall.—«Sólida, líquida ó gas, el agua »es una de las sustancias mas admirables de la naturaleza.»

Pues bien; de este cuerpo causa de admiracion en todos tiempos; de este cuerpo esparcido por todas partes, sin el que la planta no nace y el animal muere; de este cuerpo que destruye las montañas y rellena los valles, que rodea los continentes y los hace aparecer como otras tantas naves flotando en el Océano; de este cuerpo vamos á ocuparnos, no considerándolo en absoluto, sino bajo el punto de vista de sus relaciones con la vida vegetal.

En vano intentaríamos tomar la pluma para trazar, siquiera fuese rápidamente, la historia de lo que ha sido creado, sin consultar el libro de los libros, la obra del legislador hebreo, que anticipándose á todas las generaciones, ha le-

gado á la humanidad en el antiguo Testamento, el manantial de todos los conocimientos, el orígen de todas las ciencias, el fruto de una observacion profunda y de un talento superior, como quieren los escépticos, ó de una inspiracion divina, como afirman los creyentes. A la Biblia, pues, santa ó no santa, han de volver siempre los ojos los que creen y los que dudan, los que ignoran y quieren aprender.

Consignado está en el primer capítulo del Génesis el importante papel que tuvieron las aguas en la formacion del globo. En efecto, á poco que se medite sobre el enlace que tienen el primer versículo y los demás del citado capítulo, podremos deducir que lo primero que apareció fué una gran masa de agua que contenia cielo y tierra. «*Sea hecho el firmamento en medio de las aguas y dividido agua de aguas;*» dijo Dios: y despues al firmamento *le llamó cielo.* Luego juntó en un lugar las aguas que estaban debajo del cielo, y se descubrió *la seca*, que llamó *tierra* y á la congregacion de las aguas llamó *mares.*

La *Seca, la Arida* ó sea la *Tierra*, segun la relacion mosáica, es indudable que estaba dentro del agua.—Vemos, pues, que por la voluntad de Dios las aguas iban y venian, se separaban y juntaban, dando orígen, formando ó saliendo de ellas el cielo y la tierra: en aquel los millares de mundos que le pueblan, en esta los millares de séres que la habitan!.... ¿Cómo hemos de estrañar que Thales y otros muchos filósofos de la antigüedad hayan creido que el agua es el principio de todo lo creado?

No fué ni pudo serlo sin embargo; antes que ella, hubo de existir otra cosa desconocida para los antiguos, que nosotros tal vez conocemos; pero que no podemos afirmarlo. Los errores suyos nos advierten y obligan á ser cautos para no incurrir en otros, y nada mas fácil que caer en ellos, cuando, al estudiar cualquier fenómeno de la naturaleza, queremos elevarnos hasta su orígen pretendiendo entrever el pensamiento de Dios. No, al escribir estas líneas, al hacer la historia del agna, no vamos á examinar el objeto con que fué creada, que no en vano recordamos aquel consejo de Montaigne «*il faut se méler tres-sobre-»ment de juger des ordonnances divines.*» Si el nombre de Dios se encuentra repetidas veces en nuestros escritos, es porque creemos en el Ser Supremo; único, superior á nuestra inteligencia, autor de la creacion; es porque rechazamos la teoría de los materialis-

tas que negando á Dios, deifican la materia y no quieren reconocer en un sér único, las propiedades que pródigamente conceden á los átomos infinitos: es porque nosotros creemos que antes que la materia existia un sér que la dotó de propiedades, é hizo que obedeciera á su voluntad; es, en fin, porque, discurriendo como un eminente escritor contemporáneo, «la correla»cion de las fuerzas físicas nos ha enseñado la unidad de Dios »bajo todas las formas pasageras del movimiento. Por la síntesis, el espíritu se eleva á la nocion de una ley única, de una »ley y de una fuerza universales, que no son otra cosa que la »accion del pensamiento divino. La luz, el calor, la electricidad, »el magnetismo, la atraccion, la afinidad, la vida vegetal, el »instinto y la inteligencia, tienen su orígen en Dios. El sentimiento de lo bello, la estética de las ciencias, la armonía matemática, la geometría, iluminan estas fuerzas múltiples con »una vivísima luz que nos atrae y las reviste con el perfume »de lo ideal. Bajo cualquier aspecto que, meditando, el espíritu »observe la naturaleza, encuentra un camino que conduce á »Dios; fuerza viva cuyas palpitaciones creemos sentir bajo todas las formas de la obra universal, desde el estremecimiento »de la sensitiva hasta el cadencioso canto matinal de la alondra. »Todo es número, relacion, armonía, revelacion de una causa »llena de inteligencia, que obra universal y eternamente. Dios »no es pues, como dice Lutero, *un cuadro vacío en el que no hay »mas inscripciones que las que nosotros ponemos*: es por el contrario la fuerza inteligente, universal é invariable que sin cesar »construye la obra de la naturaleza. Sintiendo la eterna presencia de Dios es como comprendemos las palabras de Leibnitz: *»la metafísica, la geometría y la moral están en todas partes*, y así »se comprende tambien el célebre aforismo de Platon, *Dios es el »geómetra eternamente en accion* (1).»

El lector habrá de dispensarnos por esta pequeña digresion, cuyo objeto es declarar que estamos tan lejos de los materialistas ó ateos, como de los finalistas ó partidarios de las causas finales. Bueno es que sepa lo que somos, ya que es lícito decir lo que pensamos.

---

(1) Flammarion: Dieu dans la Nature.

II.

Hemos visto lo que opinaba de el agua el fundador de la escuela jónica, pues bien, Xenofanes que lo fué de la eleática y contemporáneo de Pitágoras decia: «*Todo lo que es, existe y dura eternamente.—Todo es uno.—Dios es el universo y el universo es Dios* (Panteismo puro). *La tierra y el agua*, añade, *son los principios del mundo material.*

Pitágoras, que admitia cinco elementos, daba á cada uno de ellos una forma geométrica, designando al agua con la del icosaedro. Heráclito creia que la tierra se reducia á agua, el agua se convertia en aire y este en fuego. Hipócrates se ocupó tambien del agua, la consideró como elemento; pero mas bien sus observaciones fueron hechas bajo el punto de vista médico. Sin embargo, esplica la formacion de la lluvia por el choque de los vientos y por la condensacion de los vapores de agua ó de las nubes que determinaban este choque. Empedocles, Leucippes, primer materialista, Demócrito y otros muchos, consideraban al agua como uno de los elementos de la naturaleza.—Arckelaus de Milet creia que el agua era aire condensado; en cambio San Clemente de Alejandría refiere una tradiccion por la cual el aire convierte al fuego en agua.

Platon, de acuerdo, hasta cierto punto, con Anaxágoras, dice: «el agua condensándose se cambia en piedras y en tierras, »la tierra disuelta y descompuesta, evaporándose, se convierte »en aire; el aire inflamado se reduce á fuego; el fuego compri»mido y apagado se convierte en aire; á su vez el aire conden»sado se transforma en nubes y en niebla, las nubes conden»sándose todavía más, se resuelven en agua, el agua se cambia »nuevamente en tierra y en piedras; todo esto forma un círculo »cuyas partes todas parecen engendrarse las unas á las otras (1).»

Sí, es cierto, todo esto forma un círculo, como dice Platon;

---

(1) Obras de Platon.—Traduccion de V. Cousin, (tomo XII. Timeo ó de la Naturaleza, pág. 153).

pero un círculo de hierro, oscuro, impenetrable, en el cual no nos atreveríamos á entrar si no fuera condicion humana sentirse atraido por lo desconocido y por lo maravilloso. Los conocimientos actuales nos permiten descifrar algunas partes de esta logomaquia é intrincado logogrifo. En él encontramos algo de verdad: que las aguas condensándose se convierten en tierra, es un fenómeno que se esplica perfectamente por la evaporacion de las aguas, que depositan las sustancias que estaban disueltas; que el aire condensado (vapor) se convierte en nubes y éstas en agua es igualmente cierto; pero las demás afirmaciones que hace el gran discípulo de Sócrates, son producto de su fantasía, y las ciencias naturales son hijas de la observacion. Por eso Aristóteles lleva tanta ventaja, bajo este punto de vista, á su maestro. Aristóteles observa, Platon inventa; con aquel nacen las ciencias naturales, con este brillan la lógica, la política y la moral.

Y no es que Platon desconociera la importancia del método esperimental, en medio de sus falsas especulaciones, muchas de ellas ininteligibles, se leen en el Timeo (1) estas notabilísimas palabras. «Es necesario que la esperiencia de los sentidos sirva »de base á todos nuestros discursos (2).»

Hay un pasage, en este mismo libro, que para algunos demuestra hasta qué punto el espíritu humano, como por inspiracion en ciertos casos, conduce á la verdad. «El agua descompuesta »por el fuego,» dice, «puede convertirse en un cuerpo de fuego »ó dos cuerpos de aire (3).» El agua se compone en efecto de dos especies de aire (gases) oxígeno é hidrógeno. Si sustituimos estas palabras á las anteriores, tendremos que la composicion del agua era ya conocida por Platon.

---

(1) El Timeo es un libro en el que figuran Sócrates, Timeo, Critias y Hermócrates, los cuales dialogan acerca de todos los elementos de una enciclopedia de ciencias matemáticas, físicas, naturales y médicas de aquel tiempo. En este libro, (página 123). En él dice que «este mundo es un animal verdaderamente dotado por »la Providencia de una inteligencia divina.» Mas adelante añade: «el mundo es se»mejante á un sér del que son parte todos los otros séres tomados individualmen»te y por géneros: estas partes son diversas de un todo único, perfecto, exento de »vejez y de enfermedad. La forma es la mas perfecta y conveniente á un animal »que debe contener todos los otros animales.»

(2) Timeo ó de la Naturaleza, pág. 179.

(3) Id. id. de id., pág. 168.

Bien comprendemos que esta sustitucion, á primera vista sencilla y natural, es violenta y tal vez opuesta al sentido que aquel daba á sus palabras; la hemos consignado, sin embargo, siguiendo la opinion de Hoefer. Más preciso todavía encontramos lo que se dice en el siguiente párrafo. «Se necesi»tan dos cuerpos de fuego para formar una sola parte de aire, y »cuando el aire es vencido por el fuego y sus partes se separan, »se necesitan dos y media para formar una sola parte de »agua (1).» Si aquí, como en el párrafo anterior, sustituyéramos las palabras *partes* con las *hidrógeno* y *oxígeno*, respectivamente, podríamos creer que Platon casi adivinaba, no solo los elementos de que se compone el agua, sino la cantidad de ellos que entran á constituirla; pero, ya lo hemos dicho, á nuestro juicio esto es inadmisible y leyendo detenidamente, no un párrafo aislado sino todo el Timeo, se comprende bien que los cuerpos que se mencionan no hacen relacion á la esencia de la materia sino á la figura de ellos para constituir la materia misma, pues sabido es que este filósofo se vale de los triángulos, rectángulo isósceles y rectángulo escaleno, para formar todos los cuerpos.

Platon creia que todos los minerales podian reducirse al elemento líquido. «De todas la aguas llamadas fusibles, la que se »compone de partes mas ténues y mas iguales forma ese género »que no se divide en especies y que embellece un color leona»do y brillante, el mas precioso de todos los bienes, el oro cu»yas partes se reunen é infiltran á través de la piedra (2).»

Vemos, pues, que este filósofo daba al agua extraordinaria importancia: pero ignoraba su naturaleza, por mas que del párrafo que antes hemos citado pueda deducirse que la consideraba como un compuesto bimario. De todos modos es lo cierto que en su tiempo ninguno sacó partido del dicho de Platon y no es porque faltaban génios en Atenas, pues nadie ignora que entonces el Atica estaba en todo su esplendor. Sofocles, Euripide, Aristófanes, Menandro, Thucydides, Xenofon, Praxiteles eran contemporáneos de Platon; este, discípulo de Sócrates, condiscípulo de Alcibiades, maestro de Aristóteles, y todavía, sien-

(1) Timeo ó de la Naturaleza, pág. 169.
(2) Id. de id., pág. 173.

do muy niño, pudo conocer á Pericles llamado el *rayo de la elocuencia*, el grande hombre de Estado.—El Siglo de oro de Atenas fué el siglo de Platon.

III.

Despues de este filósofo es forzoso hablar de Aristóteles, cualquiera que sea la materia de que se trate, y con mucho mas motivo si se refiere á la historia natural. Aquí en efecto el discípulo dá lecciones al maestro, (1) por mas que los trabajos del sábio estagirita no den gran luz sobre la naturaleza del agua. Hay no obstante ideas nuevas que conviene á nuestro propósito consignar, ideas que se encuentran en su tratado de *meteorología*, pues sabido es que la física de Aristóteles es un tránsito de las ciencias naturales á la metafísica; por eso en aquella se discuten las causas y relaciones de la naturaleza tanto animada como inanimada.

Los cuatro libros en que está dividida la *meteorología* son un modelo de claridad y, bajo este punto de vista, se distinguen notablemente de sus demás obras. Admite como elementos dos opuestos, tierra y fuego; dos intermedios agua y aire, y el quinto el eter, del que está formado el cielo y del que deriva el calor vital de los animales.

Arístóteles habla de la evaporacion del agua por el calor y de su condensacion por el frio.—«El agua de mar, dice, se hace »potable por la evaporacion: el vino y todos los líquidos se pue»den someter al mismo procedimiento y despues de haberse re-

---

(1) No se entienda por esto que Aristóteles no respetaba á su maestro ni á los demás filósofos, muy al contrario, los tenia en grande estima, como lo prueba el siguiente párrafo (libro 1.°, cap. 4.° de la moral en Nicomaquia.) «Bueno es examinar »con cuidado y de cerca una teoría, aunque este exámen llegue á ser muy delicado »puesto que son filósofos, para nosotros muy queridos, los que han adelantado las »teorías á las ideas; pero debe parecer mejor, sobre todo cuando se trata de filóso»fos, poner á un lado sus sentimientos personales para no pensar mas que en la »defensa de la verdad pues, si ambos nos son bien queridos, es un deber sagrado dar »la preferencia á la verdad.» Como se vé Aristóteles, sino el autor, al menos fué el que dió la idea del conocido proverbio, *amicus Plato sed magis amica veritas*.

»ducido á vopores húmedos, se vuelven líquidos (1).» Alejandro de Aphrodisias, 600 años despues, segun confesion propia, insprándose en este párrafo de Aristóteles, descubrió la destilacion, uno de los mas importantes procedimientos de la química.—«La nieve, dice, no es mas que agua congelada por »un grado de frio mas grande que el necesario para reducir el »vapor al estado líquido (2).»

Respecto al sabor amargo y salado de las aguas del mar lo esplica de tal modo, que no hay que añadir una palabra siquiera. «Lo mismo que el agua que se filtra á través de las cenizas ad»quiere un gusto desagradable, así el agua de mar debe su sa»bor á las sales que contiene. La orina y el sudor deben igual»mente su gusto á las sales que quedan en el fondo del vaso »despues de evaporada el agua (3).»

En el mismo capítulo se lee este importantísimo párrafo. »Cuando se introduce en el mar un vaso de arcilla bien cerrado, »el agua que penetra á través de los poros es agua potable y tan »pura como si se le hubiera filtrado y privado de sus partes sa»linas.»

En cuanto á que el agua del mar puede soportar pesos mayores que el agua dulce. lo esplica perfectamente diciendo, que esto es debido a las sales que aquellas tienen en disolucion, y lo prueba con el siguiente esperimento. Un huevo lleno, colocado en un vaso que contenga agua dulce, se va al fondo; pero si el agua ha sido previamente salada, el huevo flota.

Veamos como discurre el sábio de Estagira respecto á la naturaleza del agua.—«En cuanto á la naturaleza del agua cons»tituida y limitada tal cual es en sí, jamás la hemos visto y es »imposible verla separada de los cuerpos que forman la tierra, »tanto respecto á las aguas que están descubiertas, por ejemplo, »el mar y los rios, como á las que se nos ocultan por las pro»fundidades en que se encuentran (4).»

No comprendemos bien lo que quiere decir Aristóteles, so-

---

(1) Meteorología, libro segundo, cap. II; traduccion de Barthelemy Saint-Hilaire
(2) Idem, id., id.
(3) Idem, id., id., cap. II.
(4) Libro primero, cap. III, párrafo seguudo.

bre todo despues de los párrafos que anteriormente hemos citado, conlos que hay una verdadera contradiccion. ¿Será que este sábio apuntaba sus ideas y sus observaciones sucesivamente y no corregia las primeras con la esperiencia de las ùltimas? No lo sabemos. Lo único que aparece es que, á pesar de las indicaciones de Platon, que ya hemos espuesto, Aristóteles declara, que la naturaleza del agua *no se ha visto jamás y que es imposible verla.*

En el párrafo tercero del mismo capítulo habla del «aire »que se produce del agua segregada y del fuego que se produce »del aire,» y en el párrafo 10 dice «si el agua viene del aire y »el aire del agua ¿por qué las nubes no se forman en la region »superior? Todo parecerá deber ser, tanto más cuanto que el »espacio está mas alejado que la tierra y mas frio que ella, por »estas dos razones, que no está bastante vecina de los astros »que esta calienta y de los rayos reflejados por la tierra, los »cuales impiden á las nubes formarse en su proximidad, divi»diéndose por su calor aquellas que se forman. Así, pues, ó el »agua no puede venir de toda la masa del aire, ó si ella viene »igualmente de toda la masa, es necesario que el aire que rodea »á la tierra no sea solamente aire, sino una especie de vapor; lo »que hace que pueda en seguida convertirse en agua. Pero si el »aire todo entero, tal cual es, no fuera mas que un vapor, la »cantidad de aire y de agua pareceria entonces mucho mayor »que la de los otros elementos; si los espacios de las regiones »superiores están llenos de un cierto cuerpo, y que este cuerpo »no pueda ser el fuego, porque entonces secaria todo lo demás »Resulta pues, que estos espacios están llenos de aire y de agua »alrededor de toda la tierra, porque el vapor no es otra cosa que »una secrecion del agua.»

Verdaderamente es imposible discurrir con mas acierto ó, por lo menos, obtener apreciaciones mas exactas partiendo de hipótesis que no todas son admisibles.—Véase sino el párrafo 16.—«Así, pues, si las nubes no se forman en la region »superior es preciso convenir en que esto consiste en que hay »no solamente aire, sino mas bien una especie de fuego.»

El lector agradecerá sin duda que trascribamos fielmente estos párrafos nutridos de preciosas observaciones sobre un punto interesantísimo á nuestro objeto: no lo haríamos si se

tratara tan solo de probar que las nubes se forman en tal ó cual region. Las nubes, como veremos despues, son el gran medio de que la naturaleza se vale para distribuir las aguas sobre la superficie de los continentes y nos interesa, por lo tanto, saber no solo donde, sino cómo se forman y de donde adquieren la materia que las forma. Y como nada encontramos en los autores griegos mas preciso ni mas en armonía con los conocimientos modernos, que la narracion del á quien su maestro llamaba la *inteligencia de la escuela*, forzoso nos es citarle y copiarle con frecuencia, que si algun interés ha de tener este escrito, no es ciertamente el que nosotros podamos darle, sino el que le presten las autoridades de las ciencias cuyo nombre y opiniones invoquemos. Además, el siglo de Platon fué el siglo de Aristóteles: la muerte del último, ocurrida casi en el mismo año en que tuvieron lugar la de Alejandro y la de Demóstenes, produjo el mismo efecto que un eclipse de sol; las tinieblas cubrieron la patria del saber humano y si la oscuridad no se perpetuó, debido fué á que los destellos de tan refulgentes astros iluminaron otros, no tan potentes, pero que supieron continuar la obra de sus predecesores y difundir sus conocimientos por el mundo entero.

«La tierra, dice el jefe de los peripatéticos (1), siendo inmó»vil, el líquido que la rodea evaporado por los rayos del sol y »por todo el calor que viene de arriba, es elevado hácia lo alto. »Cuando el calor que le ha elevado falta, sea que se disperse en »la region superior, sea que se estinga para ser elevado mas »lejos que el aire que está sobre la tierra, el vapor se enfria por »la desaparicion del calor y se reune de nuevo y *se vuelve agua »de aire que era.* El agua así formada cae sobre la tierra. La »exhalacion que viene del agua es vapor y la del aire cambiada »en agua es una nube. La niebla es el resíduo de la conversion »de nube en agua y es la que hace que anuncie el buen tiempo, »mas bien que la lluvia, porque la niebla *es una clase de nube »que no está formada.*»

De la misma manera que habla de las nubes y de la niebla,

(1) Meteorología, libro primero, cap. IX.

describe despues lo que es el rocío, la escarcha, el granizo y la nieve con tal sagacidad y rebatiendo con tal copia de observaciones las teorías de Anaxágoras y otros, que causa maravilla.

«Esta parte (1) del vapor que se forma durante el dia, pero »que no se ha elevado á las altas regiones porque hay muy po»ca cantidad de fuego, comparada con la masa de agua que ele»va y que cae sobre la tierra durante la noche despues de ha»berse enfriado, es lo que se llama *rocío* y *escarcha.*» «Es escar»cha si el vapor se hiela antes de haberse convertido en agua. »Se produce sobre todo en invierno y en los lugares frios. Es »rocío si el vapor se convierte en agua y no hace bastante ca»lor para que se seque en su ascension, ni bastante frio para »que el vapor mismo se hiele.»—Estas son exactamente las opiniones de los físicos modernos y del mismo modo se esplica hoy la formacion del rocío y de la escarcha.

Combate la teoría de Anaxágoras sobre la existencia de un centro subterráneo en el que se recogen todas las aguas, el Tártaro, para dar orígen á los rios y añade, que hay varios depósitos; pero que los rios se forman lo mismo que las lluvias (2).

Por último, hablando del mar se hace cargo (3) de las variaciones de lugar que ha esperimentado y dice que lo que hoy es tierra seca, antes debió ser mar y vice-versa.

No podia Aristóteles dejar pasar sin refutacion las ideas que habian emitido los filósofos anteriores á él, respecto á la sal que contiene el agua del mar, así es que haciéndose cargo del dicho

---

(1) Meteorología libro primero., cap. X.

(2) Anaxágoras dice, que el agua elevada por el sol cae despues en lluvia, reuniéndose bajo la tierra donde se cuela á un grande agujero, único manantial para todos los rios, ó uno para cada rio. Aristóteles refuta esta opinion y afirma que en la tierra no hay agua; pero que el agua reunida por causa del invierno en varios recipientes forma los rios, por lo que estos son mas caudalosos en invierno que en verano. Los rios, segun Aristóteles, se forman por el agua de lluvia que cae sobre la tierra y que gota á gota se va reuniendo lo mismo que se forma la lluvia. (Meteología, libro primero. cap. XIII.—VI).

(3) «Los mismos lugares de la tierra no están siempre húmedos ó secos; su »constitucion varia segun la formacion ó desaparicion de las corrientes de agua, »lo cual hace que el continente y la mar cambien tambien de relacion y que los mis»mos lugares no sean siempre tierra ó siempre mar. La mar ocupa el lugar que en »otro tiempo ocupaba la tierra firme. Esto es periódico y segun cierto órden.— »Depende de que el interior de la tierra, como las plantas y los animales tiene su

de Empedocles, que la sal proviene del sudor de la tierra (1), añade, que tal asercion solo es lícita á los poetas que usan mucho de la metáfora y dan rienda suelta á su fantasía; pero que para conocer la naturaleza esto es insuficiente. El mar desde el principio tuvo la sal que hoy tiene, dice este filósofo, y esta es la verdad (2).

Del flujo y reflujo de los mares debió ocuparse, y se ocupó en efecto, el sábio estagirita; y algunos padres de la iglesia su-

---

»época de vigor y de debilidad.—La sola diferencia es, que en la tierra estos cambios »se hacen parciales y no tienen otro orígen que el frio ó el calor: pero como no es »sino despues de haberse secado las tierras cuando pueden habitarse, el alejamiento »de los tiempos ha hecho perder todo orígen. Algunos, que no observan perfecta»mente, creen que la causa de este fenómeno y de tales modificaciones reside en »el cambio del universo y del cielo entero. Así afirman que la mar disminuye por»que se seca y hoy hay mas lugares secos que antes. Hay en esto cierto y falso. Es »cierto que hay tierras que antes estaban cubiertas por las aguas; pero tambien »sucede lo contrario. No es al principio mismo del mundo al que se debe atribuir »este fenómeno, porque seria ridículo creer que el universo se mueve por cambios »tan pequeños y mezquinos..... La causa que se puede asignar á estos hechos es que »lo mismo que en ciertas épocas fijas, el invierno se produce en las estaciones del »año, así se produce tambien un grande invierno (diluvio).» (Meteorología, capítulo XIV).

(1) Idem, libro segundo, cap. II.

(2) (Séneca atribuye que no aumente de volúmen el mar por la cantidad de agua que llevan los rios, á que estos vuelven á su orígen por caminos secretos practicados por la naturaleza, y al pasar el agua por estos terrenos se despoja de la sal. «Terra quid-quid aquarum emisit, rursus accipit: et ob hoc, maria non crescere; occulto enim itinere subit terras, et polam venit, secreto, revertitur, colaturque intransitur mare: quod per multiplices anfractus terrarum verberarum, amaritudinem ponit, et provitatem saporis in tantâ solit varietate exuit, et in sinceram aquam transit. (Se nec. Quest. Natural., lib. tercero, cap. V, pár. 15).»

Tambien Lucrecio se espresa así:

«Partim quod subter per terras diditur omne
Percolatur enim virus, retroque remanat,
Máteries humoris, et ad caput amnibus omnis
Convenit; inde super terras fluit agmine dulci,
Quâ recta semel liquido pede detulit undas.

(Lucre., libro quinto, v. 269).»

En el libro del Eclesiastes se lee lo siguiente:

«Omnia flumina intra in mare, et mare non redundat: ad (locum unde execunt flumina, revertuntur, ut iterum fluant, (Ecclesiast., cap. I, v. 7).»

Descartes opina lo mismo que Séneca.

BIBLIOTECA MADRID

ponen que se arrojó á el Euripe (1), donde se ahogó, desesperado por no haber sabido esplicar aquel fenómeno (2).

Esta version falsa, segun respetables autores, induce á creer, al menos, que Aristóteles mostró grande empeño en conocer la causa de las mareas, fenómeno que ha llamado la atencion de todos los sábios haciéndolos incurrir en desvaríos tales, que obligaron á decir á un poeta:

Et qu' il arrive assez souvent
Qu' un rien ou qu' un bagatelle.
Tourne la tete d' un savant
Comme la tete d' une belle.

Cuéntase á este propósito, que Alejandro se sorprendió tanto al ver que las aguas del Indo corrian hácia su orígen, que, impaciente por conocer la causa de este prodigio, abandonó á sus tropas, llegó á la orilla del mar Erythreo y, admirado de la regularidad de sus movimientos, se convenció de su propia pequeñez y comprendió que habia engañado al mundo haciéndose considerar como un dios.

César esperimentó tambien igual sorpresa y, dicen, que no se atrevia á pasar el Canal de la Mancha, al observar el efecto de las mareas, hasta que haciendo un llamamiente á su valor, acampa con su ejército á la orilla del mar, le acostumbra á los movimientos de las olas y conquista la nacion en donde, siglos despues, habia de nacer el que esplicara tan maravilloso fenómeno (3).

---

(1) El Euripe es uno de los pocos puntos del Mediterráneo donde las mareas son muy sensibles.

(2) No se sabe fijamente como murió Aristóteles; pero en lo que no hay duda es en que, como Sócrates, fué acusado de impiedad por haber erigido un altar á su primera mujer y dedicado un himno á su amigo Hermias. Condenado á muerte por el Aréopago, tuvo medios de saberlo Aristóteles antes de que le comunicaran la sencia y entregando la direccion del Liceo á su amigo Teofrasto, el mejor de sus discípulos, se escapó, *para librar á los atenienses*, decia, *de cometer un segundo atentado contra la filosofía*. Desde entonces acá la conducta del jefe de los peripatéticos ha tenido muchos imitadores, no sabemos si por salvar el principio ó la persona; pero el hecho es que en casos semejantes todo el que puede hace lo que el ilustre filósofo, aunque no sepa filosofía.

(3) Essai sur l'histoire de la Nature. tomo I, Pág. 267.

En todos tiempos ha admirado y sido causa de irresistible curiosidad el flujo y reflujo de los mares (se decia que era la tumba de la curiosidad humana), sí es que las esplicaciones que se han dado rayan, muchas de ellas, en el límite de lo absurdo.

Kepler asegura, que la tierra es un animal viviente y que el flujo y reflujo es el efeeto de su respiracion. Bernardin de Saint Pierre dice, que es debido al deshielo de los mares polares (1).

IV.

Plinio, el gran historiador de la naturaleza que cuenta la

---

(1) Pytheas Massiliensis esplica las mareas diciendo, que siguen las desigualdades del curso de la luna en su crecimiento y decrecimiento. (Plutarco de Placitis, libro tercero, cap. XVII).

Setenius de Erythrea, el matemático, dice que las mareas consisten en la fuerza del torbellino de la tierra, combinada con el movimiento de la luna, (ait ipsus verirgini, et motui, luna conversionem adversari), idem, id.

Plinio cree que el sol y la luna tienen recíprocamente parte en la causa de las mareas; que habia observado que la luna obraba mas fuertemente sobre las aguas cuando estaba mas vecina de la tierra y que el efecto de su accion, no era sensible tara nosotros sino algun tiempo despues que la luna habia obrado, visto el intérvalo que debia haber entre la causa que tiene lugar en los cielos y los efectos que, resultan en la tierra. (Plinio. Historia natural, lib. segundo, cap. XCVII).

Descartes supone que existe un torbellino de materia sútil de una figura elíptica. la cual rodea nuestro globo en todos sentidos: la luna flota en este torbellino y cuando se encuentra en la parte mas alargada hace menos impresion en la materia etérea que rodea á la tierra; pero cuando está en la parte mas estrecha causa una impresion en la atmósfera, que las aguas sobre todo deben sentirla, etc. (Cartessü, Principio Philósoph., part. cuarta, p. 158).

Hé aquí como lo esplica Newton. La luna atrae las aguas del mar de modo que su peso sobre la tierra debe disminuir cuando este planeta esté directamente encima de las aguas y el peso de las aguas colaterales debe aumentar su presion sobre la tierra y hacer elevar por consiguiente las aguas en el punto correspondiente del hemisferio opuesto á la luna. La accion del sol en este sistema concurre tambien con la de la luna para el efecto de las mareas, pues estas son mas ó menos fuertes segun la diferente situacion respectiva de los dos astros, que cuando están en conjuncion obran de concierto para elevar mas las aguas del mismo lado, y cuando están en oposicion producen poco mas ó menos el mismo efecto hinchando mas las aguas del mar, en los dos emisferios opuestos, de modo que cuando la luna está en cuadratura con el sol, el flujo prodncido por la diferencia de estas dos fuerzas, de las cuales una baja mientras que la otra sube, debe ser menor que cuando obran reunidas: y el flujo varia así segun las diferentes posiciones de estos dos astros.

Los cálculos de Laplace han esplanado y confirmado la teoría de Newton.

antigüedad, despues de Aristóteles, nada adelantó en la cuestion que nos ocupa á los conocimientos que aquel habia dejado. Trata del agua, es verdad, en todas sus formas y en la distribucion de ella; pero nada encontramos en el estenso libro segundo de su Historia natural que ofrezca novedad y digno de ser mencionado, sino es el capítulo 97 que lo dedica á la esplicacion del flujo y reflujo de los mares, cuya opinion está mas en armonía que ninguna otra con la emitida despues por Newton.

A Newton estaba reservada, como tantas otras, la gloria de esplirar este fenómeno; á Newton, cuyo nombre solo eternizaria al siglo XVII. Ante su génio poderoso los cielos se abren y penetrando por el espacio pesa los astros, mide sus distancias y subordina su curso á leyes eternas. En su mano la luz, es decir, el alma del mundo, como la llamaba Pitágoras, se descompone en hermosos y brillantes colores y él pronuncia la palabra gravitacion universal!

De la combinacion de todas las fuerzas de la naturaleza que se combaten y se neutralizan, del movimiento eterno de los mundos, Dios y Newton han hecho nacer el equilibrio del universo...!

El flujo y reflujo de los mares es una consecuencia de la atraccion universal y esto, que tantos siglos habia costado poder esplicar satisfactoriamente, Newton lo esplica creyendo que nada importante habia hecho. Con esa claridad, con esa sencillez y modestia que le destinguia de los sabios y de los filósofos, decia poco antes de morir. «No sé lo que podré pare»cer á los ojos del mundo; pero cuando me considero á mí mis»mo me parece que soy como un niño, que sin atreverse á ten»der la vista sobre la estension de los mares, juega en la orilla »donde reune algunas piedras y conchas bonitas. Del mismo »modo el grande Océano se presenta ante mí sin que pueda »medir su profundidad (1).»

Ya hemos dicho que Plinio apenas adelanta á lo que Aristóteles habia consignado, por mas que se ocupe de todas las cuestiones que habian sido objeto de estudio para aquel gran filósofo, así es que no hacemos mencion de las lluvias de leche, carne.

---

(1) Monthly.—Repertory.—1811.

hierro y otras sustancias, de que nos habla en el libro segundo, capítulo LXI, ni de muchas cosas mas que en el citado libro trata el célebre naturalista, porque en él demuestra mas génio de observador que de filósofo, y sus teorías ó no se separan de las del sábio de Estagira ó son inadmisibles.

V.

Desde Aristóteles á Plinio no se cuenta progreso alguno: despues de Plinio, las ciencias naturales mueren; sufren la misma suerte que la filosofía, que en vano quieren sostener los sábios de Alejandría; luego, la edad media cubre con su manto de barbárie á toda Europa: el pensamiento nada produce; si en algun rincon del mundo quiere hablar el sábio, el estruendo de las armas no permite escucharle. La caida del gran imperio de Occidente abrió el sepulcro de la civilizacion europea. Diez siglos duró esta época de silencio, de tinieblas y de barbárie; pero como si el entendimiento humano resucitara avergonzado y ganoso por recobrar el tiempo perdido, llega el siglo XV, los turcos toman á Constantinopla; las cadenas del feudalismo se rompen: nace Copérnico; del génio de Guttemberg sale la imprenta; los correos se estienden por el mundo conocido y como si este no bastase para contener las ideas que reproducian las prensas de Maguncia,

> Cruza Colon las indomadas olas
> del férvido Occeano
> y allá, en un mundo incógnito, su mano
> pone audaz las banderas españolas.....
> (*Hartzembusch*).

En ninguno otro, como en el siglo XV, se han hecho mas conquistas para la civilizacion. Entonces ya se estudian y comentan los escritos de Rogerio Bacon publicados en el siglo XIII, y á Copérnico sucede Galileo y luego Kepler y Descartes y Newton y Pascal, y nacen Linneo y Bufon, que, como Aristóteles y Plinio en la edad antigua son los dos grandes historiadores de la naturaleza en la edad moderna.

En esta época nada nos falta que saber acerca de las propiedades físicas del agua: nos esplicamos perfectamente la formacion de las nubes, de los rios, de las fuentes (1), de los

(1) Platon dice que en la tierra existe una gran cantidad de agua ya fria, ya caliente para alimentar las fuentes y rios. Cree tambien que toda la tierra está atravesada por una gran abertura (el Tártaro de Homero) en la cual entran y salen todos los rios, (Timeo).

Epicuro cree que las aguas de las fuentes pueden producirse por sí mismas, ya Porque vengan poco á poco de otra parte ó por una gran cantidad de agua reunida en este sitio y cuya abundancia permite alimentar todas las fuentes, (Carta á Pitochus. X, libro de Diógenes Laercio por Gasendi.—1649).

Vitrubio cree que las fuentes se forman por las aguas de la lluvia y las nieves del invierno que atraviesan la tierra, (Vitrubio, cuarto, libro de Arquitectura).

Santo Tomás y los filósofos escolásticos de Coimbra creen que el agua del mar de la que la tierra está impregnada por infinidad de aberturas sube á las cimas de las montañas por efecto de la atraccion de los astros y baja por el poder absorbente que en la tierra produce la sequedad de ella.

Cardan cree que el aire se convierte en agua; que las aguas son engendradas dentro de las montañas por el fresco de las piedras y las de la superficie por el frio de la noche, que luego se reunen y forman los arroyos, estos los rios, y todos un gran rio. (Cardan, de rerum varietate.—1557.

Gassendi dice que el agua de lluvia y la que proviene de los hielos derretidos penetra por las cavidades de las montañas y forma las fuentes.

Lydiat atribuye el orígen de los rios, en cuanto á la materia, al mar de donde toman sus aguas por canales subterráneos, (Tratado de las fuentes.—1605).

Duhamel cree que el agua del mar despues de haberse privado de su amargor se eleva á lo mas alto de las montañas por efecto de un fuego interior, puesto que las aguas de lluvia no pueden penetrar en la tierra mas de diez piés.

Juan Bautista Van Helmont de Bruselas, médico, alquimista y escritor del siglo XVII, dice que si se profundizara en la tierra se encontraria despues de varios terrenos una capa de arena fina que recubre ó envuelve el lugar que en el centro ocupan los infiernos. Esta capa de arena unas veces llega hasta la superficie y siempre tiene la propiedad de conservar y purificar las aguas que llegan á ella. Los manantiales, segun este alquimista que creia haber descubierto la piedra filosofal, no procedian sino del agua del mar que se habia abierto paso hasta llegar á esa arena *vivificante* de que nos habla, á la que daba ese nombre no porque purificaba el agua, sino porque este líquido en contacto con ella adquiria una movilidad y propiedades tales que le esceptuaba de las leyes del universo. (Principios inauditos de física de Van Helmont).

Papin tambien cree en los canales subterráneos y admite un cierto espíritu *concretivo ó de concrecion* al que atribuye que el agua del mar pueda elevarse hasta las mas altas montañas. (Papin, Cartas y memorias).

Pedro Fr. Palissy en el siglo XVI en su *Tratado de las fuentes* sostiene que estas deben su orígen á las aguas de lluvia.

Bernardo Palissy en su obra titulada de la Naturaleza de las aguas y fuentes afirma resueltamente que las aguas de lluvia son el único orígen de las fuentes.

Lo mismo creen Mariotte. (*Tratado sobre el conocimiento de las aguas*) y Pruche. (Espectáculo de la naturaleza, tom. tercero, pág. 158.—Entretenimiento 21.)

P. Perrault en su obra titulada *Origen de las fuentes* publicada en París en 1674,

hielos; pero no podemos darnos cuenta de la naturaleza de esa sustancia. Conocemos todos sus usos, casi todas sus aplicaciones: sabemos que es líquida, sólida y gas, y que es la vida de la vegetacion; pero ignoramos como interviene en ella. Es decir que adelantamos poco á lo que de esta materia sabia Aristóteles.

Ya lo hemos visto, en los tiempos mas remotos se consideraba al agua como necesaria en la naturaleza; por eso los griegos y los romanos divinizaban á los rios. A la orilla de estos se celebraban las fiestas consagradas á las flores: el Eurotas y el Tiber han presenciado miles de ellas. Séneca decia «la apari-»cion de una fuente abundante merece altares.»—Plinio mas esplícito se espresa así. «fonti numen in est.»—Los antiguos galos para saber si sus hijos eran ó no legítimos los somelian á la decision de las aguas (1).—Las ideas acreditadas en la antigua teogonía suponian en toda fuente la existencia de una divinidad misteriosa y estas ficciones dieron orígen á las Ninfas de las aguas, á las Naiades, Nereidas y tantas otras divinidades acuáticas. Las aguas en fin eran el símbolo de la abundancia y de los placeres y ¿qué mas? Venus la diosa de la voluptuosidad y de la belleza nace de la espuma de los mares, de los mares que son tambien emblema de la Inconstancia...!

VI.

Decíamos en otra ocasion (2) que en el aire se verifican los

---

resúme todas las opiniones conocidas sobre este asunto y se decide por la verdadera, es decir, por la qne atribuye á las lluvias el orígen de las fuentes.

(1) Colocaban al niño en una cesta de mimbres y lo echaban al rio: si se sostenia en el agua era legítimo, si se ahogaba la ilegitimidad quedaba demostrada.

No es esta la sola preocupacion que los antiguos tenian respecto á las aguas, pues las atribuian propiedades tan maravillosas, que citaban en la Beotia dos fuentes, una que hacia adquirir memoria (la Mnemosina), y otra que la quitaba (la Lethea). Pero Varron, que estudió en Atenas, que se le llamaba *el mas sabio de los romanos*, y que floreció 80 años antes de Jesucristo, dice en su *De re rustica* que cerca de Cessus corria un arroyuelo denominado Nous (intelig encia), que daba entendimiento á los que bebian de su agua. Desgraciadamente este manantial, si existió, se ha perdido, pues no sabemos que haya sido visitado por ninguno de nuestros hombres de Estado. A pesar de que Varron gobernó durante algun tiempo la España ulterior, no cita de nuestro país, donde tanto abundan las fuentes, una siquiera que tenga las propiedades de la de Grecia, lo cual podria ser un grande argumento contra los que creemos que la Providencia lo ha previsto todo.

(2) Véase la pág. 21.

fenómenos mas brillantes de la naturaleza: pero el aire no es mas que el medio en que el agua despliega sus caprichosas y variadas formas para ofrecernos esos magníficos espectáculos cuando se distribuye por los continentes llevando la vida á las plantas y á los animales, y volviendo otra vez á los mares. ¿Queremos disfrutar de alguno de ellos? pues subamos á la cúspide de una montaña: desde allí en medio del silencio de la inmensidad, nuestros sentidos y nuestra alma, solitarios y recogidos, contemplarán mejor los fenómenos de la Naturaleza Cuentan que Orfeo subia al monte Hemus para inspirarse y despues civilizar á los hombres: Thales pasaba muchos dias meditando en la altura del Mycalet cerca del Milet; y Anaxágoras de Clazomenes iba a contemplar las obras de la divinidad sobre la cumbre del Mimas.

Imitemos á estos filósofos: figurémonos situados en la cima del monte Jokul en la Islandia, esa isla que se pierde en el Océano á los 63º de latitud y que ofrece el estraño contraste de los hielos eternos en su superficie y el fuego de los volcanes en su seno (1). Figurémonos, decimos, en la cumbre del Jokul en uno de esos dias del fin de la primavera en que la naturaleza toda está en movimiento, y, al tender la vista por el espacios descubriremos á nuestros piés los pueblos, los campos, los geysers, los rios y el mar (2). Ya cuando el sol abandonando las aguas llegue al cenit, veremos aparecer sobre el rio una débil niebla, que luego se estiende y convierte en espésas nubes que cubren el valle, por el cual corre presuroso y se precipita formando cascadas el caudaloso Lakaa, cuyas aguas, juntas con las que arrojan los geysers, van á engr osar las del Océano. En él veremos adelantarse lentamente, moles inmensas de

---

(1) La última erupcion fué en 1860. Desde el ano 1000 se cuentan 40 —El Jokul está á 2,600 metros sobre el nivel del mar.

(2) Los geysers son unos verdaderos volcanes de agua hirviente. El mayor de ellos, el gran Geyser, es de tal importancia, que la columna de agua que arroja, con grandes ruidos subterráneos, se eleva á la altura de 60 metros. El año 1770 llegó hasta 110 metros.

Es verdaderamente notable la série de fenómenos volcánicos de lava y de agua que pueden estudiarse en esta isla, y nos hemos fijado en ella porque no sabemos haya ninguna otra donde sin intervencion del hombre, se presente un cuadro tan completo de todos los estados del agua.