

SEGUNDA PARTE.

DEL AIRE, EL AGUA Y LA TIERRA.

Ya hemos visto que el aire es el adminículo necesario y el primer alimento del fuego, pues no puede subsistir ni propagarse ni aumentarse en tanto que no lo asimila, lo arrebatada y lo consume; mientras que de todas las sustancias materiales el aire es por el contrario lo que parece existir mas independientemente y subsistir con mas facilidad y con mas constancia sin el socorro de la presencia del fuego; porque aunque habitualmente disfrute con corta diferencia el mismo calor que las demas materias, en la superficie del globo pudiera prescindir de él, y lo requiere infinitamente menos que otra cualquiera para mantener su fluidez. Los frios mas escesivos ya naturales ó artificiales, nada le hacen perder en su naturaleza; las condensaciones mas fuertes no son susceptibles de romper su resorte: el fuego activo ó mas bien el que se egerce sobre las materias combustibles es el único agente que puede alterar su naturaleza rarificán-

dolo, es decir, debilitándolo al paso que estiende su resorte hasta el punto de dejarlo sin efecto y de destruir su elasticidad. En este estado de notable expansion y debilidad estremada de su resorte y en todas las gradaciones que preceden á este estado, puede muy buen el aire recobrar su elasticidad á medida que los vapores de las materias combustibles que lo habian atenuado se vaporicen y separen de él.

Pero si el resorte ha sido totalmente debilitado y tan prodigiosamente estendido que por haberle faltado toda su potencia elástica no puede recobrar en modo alguno su estado primitivo, de volátil que era antes el aire, resulta una sustancia fija que se incorpora con las demas sustancias y forma parte constituyente de todas aquellas á las que se une por el contacto penetrando en ellas con auxilio del calor. Bajo esta nueva forma, solo puede abandonar el fuego para unirse como materia fija á otras materias fijas; y si quedan algunas partes inseparables del fuego, constituyen desde luego una parte de él, le sirven de base y con él se depositan en las sustancias que juntamente calientan y penetran.

Este efecto que se manifiesta en todas las calcinaciones, es tanto mas sensible cuanto que el calor se aplica con mas constancia: muy poco tiempo exige la combustion para verificarse completamente, no asi sucede con la calcinacion que en todos casos requiere una proporcionada duracion de tiempo: para acelerarlo, preciso se hace dirigirse el aire en su superficie, es decir, presentarle sucesivamente las materias que se quieren calcinar; para esto es conveniente dividir las en partes impalpables á fin de que ofrezcan al aire mayor superficie; tambien es útil servirse de fuelles, menos para escitar el ardor del fuego que para establecer una corriente de aire sobre la superficie de las materias cuya calcinacion se desea apresurar; y á

pesar de estas precauciones, se requiere ademas mucho tiempo (1), de donde puede deducirse que se requiere una larga residencia del aire, ya fijo, en las sustancias terrestres para que se establezca permanentemente bajo esta nueva forma.

Mas no es necesario que el fuego sea violento para que pierda el aire su elasticidad; pues el fuego mas moderado cuando se aplica inmediata y constantemente sobre una corta cantidad de aire, basta para destruir su resorte; y para que este aire sin resorte se fije en seguida sobre los cuerpos hasta una duracion mas ó menos prolongada de tiempo, segun la mayor ó menor afinidad que pueda tener bajo esta nueva forma con las sustancias á que se une.

El calor de los cuerpos animales y hasta el de los vegetales es tambien bastante poderoso para producir igual resultado: los grados de calor son diferentes en los diferentes géneros de animales, y á comenzar por las aves que son los mas calientes de todos, siguen sucesivamente los cuadrúpedos, el hombre y los cetáceos que lo son menos; los reptiles, los peces y los insectos que lo son mucho menos; y en fin, los vegetales cuyo calor es tan corto que ha parecido nulo á los observadores (2) si bien es muy real y excede algunas veces en invierno, al de la atmósfera.

(1) Ignoramos si podrá calcinarse el oro, aun sin tenerle como Boyle ó Kunkel durante mucho tiempo en un horno de fundir cristal donde la rapidez del aire no es muy considerable, pero acaso se lograria situándolo cerca del tubo de un buen horno de fuelle y manteniéndola en fusion en un crisol abierto donde girase una pequeña espátula dispuesta convenientemente á fin de remover el oro en fusion; como quiera que sea no hay comparacion entre la fuerza de estos dos fuegos, pues el aire se acelera mas del modo que proponemos que en los hornos de vidrieria.

(2) En todos los esperimentos que he practicado (dice el

Hemos observado sobre un gran número de árboles cortados en un tiempo frio, que su interior estaba bastante caliente, y que el calor permanecia muchos minutos despues de haber sido derribados: no son solo el movimiento rápido de la segur ó la frotacion brusca y reiterada de la sierra, los manantiales de este calor; porque hendiendo la madera por medio de cuñas hemos observado á distancia de tres ó cuatro pies de las mismas, un calor bastante sensible hácia la parte interna. Este calor es muy medíocre mientras el árbol ostenta juventud y lozanía; pero cuando comienza á envejecer, el corazon se calienta á causa de la fermentacion de la savia que ya no circula con la misma libertad: al calentarse la parte céntrica adquiere una tinta roja que es el primer indicio del descaecimiento del árbol y de la desorganizacion de la madera: hemos visto porciones en este estado que estaban tan calientes como si se hubiesen recalentado al fuego.

Si los observadores no han encontrado diferencia alguna entre la temperatura del aire y el calor de los vegetales, es porque hicieron sus observaciones fuera de sazón y no han reparado que en estio el calor del aire es tan grande y aun mayor que el del interior de un árbol, verificándose en el invierno todo lo contrario: no recordaron que las raices tienen constantemente por lo menos el grado de calor de la tierra que las rodea, y que este calor de las capas térreas es durante el invierno considerablemente mayor que el del ai-

doctor Martin) en ninguno de los vegetales descubrí como principio de vida, un grado de calor que escediese al del medio que lo rodea; siendo asi que todos los animales por poca animacion que su vida presente, poseen un grado de calor mas considerable que el del aire ó el agua en que se hallan sumergidos.

re, y el de la superficie de la tierra, enfriada por él: no han recordado que al herir los rayos del sol con demasiada energía las hojas y demas partes delicadas de los vegetales no solo las calientan sino que las queman: que calientan igualmente y hasta un grado muy sensible, la corteza y las maderas en cuya superficie penetran, se amortiguan y fijan: tampoco han recordado que el movimiento de la savia ya caliente es una causa necesaria de calórico y que este movimiento acrecentado por la accion de los rayos solares ó por otra causa esterna productora de calor, el de los vegetales debe ser tanto mas considerable cuanto que el movimiento de su savia es mas acelerado, etc. Hemos insistido tanto sobre este punto, tan solo á causa de su importancia: la uniformidad del plan de la naturaleza hubiese faltado concediendo á todos los animales un grado de calórico superior al de las materias brutas; y negándoselo á los vegetales que del mismo modo que los animales tienen su especie de vida.

Pero de la misma suerte que contribuye el aire á la accion del fuego en la combustion y en la calcinacion de las materias combustibles y calcinables, contribuye tambien al calor animal y vital. Los animales provistos de pulmones, y que por consecuencia respiran el aire, tienen siempre mas calor que los que carecen de aquellos órganos: cuanto que estos tengan una superficie interior bien estensa y ramificada, con un gran número de células ó de bronquios, tanta mas superficie presentan al aire que el animal absorbe por medio de la inspiracion: entonces su sangre se hace mas caliente, y comunica el calor á todas las partes del cuerpo que abreven ó alimentan. Relativamente al volumen de su cuerpo tienen las aves muchísimo mas estensos los pulmones que el hombre ó los cuadrúpedos. Los reptiles, aun aquellos que como las

ranas pueden producir sonidos, solo tienen en vez de pulmones una simple vejiga. Los insectos que solo tienen muy poca ó ninguna sangre no mas absorven el aire que por medio de traqueas.

Asi es que eligiendo por término de comparacion la temperatura terrestre y suponiéndola de diez grados, el calor de las aves se aproxima á treinta y tres, el de los cuadrúpedos excede de treinta y un grados y medio, el del hombre de treinta y medio ó treinta y uno (1); mientras que el de las ranas solo llega á quin-

(1) En mi termómetro (dice el doctor Martin) en que el término de la congelacion está señalado treinta y dos, encontré que mi piel por donde quiera que estaba cubierta, hacia elevar el mercurio á los grados 96 y 97.... que la orina acabada de verter, y recogida en un vaso de igual temperatura, apenas tiene la de un grado mas que la piel y podemos suponer que las visceras próximas al conducto por donde se derrama están con corta diferencia al mismo grado de calor.... En los cuadrúpedos comunes como perros, gatos, ovejas, bueyes, cochinos, etc., el calor de la piel eleva el termómetro cuatro ó cinco grados mas que en el hombre y le hace señalar los grados 100, 101, 102, y en algunos el grado 103 y aun algo mas. El calor de los cetáceos es igual al de los cuadrúpedos... encontré que el calor de la piel del becerro marino hacia subir el termómetro 103 grados, y la cavidad del abdomen señaló un grado mas de calor.... Las aves son las mas cálidas entre todos los animales, y esceden tres ó cuatro grados á los cuadrúpedos segun los esperimentos que he practicado por mi mismo sobre los pichones, perdices, patos, gallinas y golondrinas: cuando la boca del termómetro estaba colocada entre sus muslos ascendia el mercurio á los grados 103, 104, 105, 106, 107.

El mismo observador reconoció que las orugas tienen muy poco calor; como dos ó tres grados mas que el aire en que viven; asi es que continúa diciendo:

La clase de animales frios consta de toda la familia de los insectos, escepto las abejas que ofrecen una escepcion singular: frecuentes esperimentos me han acreditado que el ca-

ce ó diez y seis, el de los peces á once ó doce, quiere decir es igual al de los insectos que de todos los animales son los que gozan menor temperatura y esta casi es idéntica á la de los vegetales.

Asi, pues, el grado de calor en el hombre y otros animales, depende de la fuerza y estension de los pulmones: estos son los fuelles de la máquina animal y los que entretienen y aumentan el fuego segun que son mas ó menos vigorosos y su movimiento mas ó menos rápido. La construccion de estos fuelles es tan superior á los que hemos inventado, del mismo modo que la naturaleza es superior al arte: la única dificultad es la de poder concebir como esta especie de fuelles pueden dirigir el aire sobre el fuego que nos anima, fuego cuyo foco parece bastante indeterminado, hasta el punto de no habersele querido dar este nombre, porque se presenta sin llama ni humo aparente, y su color es muy mediocre y asaz uniforme. No obstante si se considera que el calor y el fuego son

lor de un enjambre de abejas cuando rodeaban el termómetro lo hacian subir hasta el grado 97, calor que no cede al nuestro. El de los demas animales de una vida lánguida ó débil esceden muy poco al calor del medio que los rodea, y asi existe muy poca diferencia entre las almejas y las ostras y poquisima entre otra porcion de moluscos y peces que apenas disfrutan un grado mas de calor que el agua del mar que cuando mis esperimentos estaba á 44 grados. Finalmente no están dotados de mucho mas calor que el elemento en que viven, los peces de rio, pues examiné algunas truchas que marcaban 62 grados, cuando el agua corriente 61. Por observaciones análogas me convencí que los caracoles son dos grados mas calientes que el aire. Las ranas y las tortugas de tierra me han parecido mas calientes y que llevaban de ventaja cuatro ó cinco grados al aire que respiran. Tambien examiné el calor de una carpa y el de una anguila, pero apenas superaba al del agua ó hizo subir al termómetro no mas que hasta el grado 54.

efectos, y hasta elementos del mismo orden, si se recuerda que el calor rarifica el aire y que estendiendo su resorte puede atenuarse hasta el punto de quedar sin efecto, podrá creerse que el aire por un exceso de rarefaccion debe de perder su resorte en los bronquios y en las pequeñas vesículas donde solo puede penetrar en corto volúmen, y en burbujas cuyo resorte ya muy estendido se destruirá en breve por el calor de la sangre arterial y venosa; pero los vasos sanguíneos solo están separados de las vesículas pulmonares que reciben el aire por tabiques tan delgados que facilmente dejan pasar el aire hasta la sangre, donde no puede dejar de producir el mismo efecto que sobre el fuego comun: efectivamente el grado de calor de la sangre es mas que suficiente para destruir por completo la elasticidad de las partículas del aire, fijarlas y conducir las bajo esta nueva forma por todas las vias de la circulacion.

El fuego del cuerpo animal solo difiere del comun en ser menos considerable su grado de calor: desde luego no hay llama porque los vapores que se elevan del interior y representan el humo de ese fuego, no tienen bastante calor para inflamarse ó arder, cosa que no es posible, por estar mezclado con abundantes partes húmedas (1): en cuanto á lo demas no hay di-

(1) Respecto á la inflamacion del humo, hemos practicado el siguiente experimento. Llenamos de carbon muy enjuto que conservado estaba á cubierto por mas de seis meses, dos de nuestros hornos, cada uno de los cuales tiene catorce pies de altura y solo difieren entre sí, por lo que hace á su construccion, en tener el primero un tercio mas de latitud que el segundo. Hicimos poner en aquel mil doscientas libras de carbon y en el otro ochocientas, adaptando al mayor un tubo de aspiracion construido con un bastidor de hierro que guarnecido de placas del mismo metal tenia trece pulgadas en cuadro sobre diez pies de altura: le dimos trece pulgadas sobre

ferencia alguna: la respiracion de un animal pequeño absorbe tanto aire como la luz de una vela: en vasos cerrados y de igual capacidad el animal muere al mismo tiempo que la luz se apaga: nada puede demostrar con mas evidencia que el fuego del animal y el de la

cada uno de los lados para que ajustase exactamente con la abertura superior del horno que era cuadrada y tenia iguales dimensiones. Antes de llenar los hornos se habia preparado en la parte inferior una pequeña cavidad en forma de bóveda sostenida por maderos secos, bajo los cuales se aplicó fuego en el instante que se comenzó á echar el carbon: este fuego, que de pronto era vivo, se iba amortiguando á medida que aumentaba el combustible; pero sin embargo subsistió sin apagarse, hasta que ya repletos los hornos pudimos examinar su progreso sin removerlo y sin añadirle material: en las primeras seis horas la humareda que habia comenzado á elevarse al poner el carbon, era muy húmeda, lo que fácilmente se dejaba ver por las gotas de agua que se adherieron á las paredes exteriores del tubo de aspiracion, cuyo tubo hasta despues de seis horas solo estaba medianamente caldeado, pues se le podia tocar sin que quemase. En este estado, continuaron toda la noche el fuego, el tubo y los hornos: el humo siempre en aumento se hizo tan abundante, tan espeso y negruzco, que á la mañana siguiente al aproximarnos á los hornos, creimos que habia en ellos un incendio. El aire estaba en calma, y como el viento no disipaba el humazo, este rodeaba el edificio y lo ocultaba á nuestra vista: asi continuó veinte y seis horas. En seguida reconocimos los hornos y hemos visto que el fuego que solo estaba encendido por la parte inferior, no habia aumentado; pero el humo que parecia tener humedad en las primeras seis horas luego se hizo mas seco sin disminuir empero su color negruzco. El tubo de aspiracion ya no arrojaba mas humo y este ya no formaba gotas sobre la superficie esterna del precipitado tubo cuya temperatura era superior á la que antes en él habia observado: la cavidad de los hornos que como hemos dicho, era de catorce pies, mostró un vacío de tres de ellos al cabo de las veinte y seis horas; mas despues de quitar interinamente el tubo de aspiracion, hemos hecho poner cincuenta li-

vela ó el de cualquier otro combustible encendido, no tan solo son dos fuegos del mismo orden, si que tambien de una misma y única naturaleza; pues ambos necesitan igualmente el auxilio del aire y ambos se lo apropian de la misma manera, lo absorven como

bras del mismo carbon seco, en uno de los hornos y setenta y cinco en el otro: llenos ya de combustible, colocamos en su lugar el tubo. Esta adición de combustible no aumentó el fuego, ni aun el humo, conservándose todo en el mismo estado: asi estuvimos en espectacion ocho horas consecutivas, esperando que de un momento á otro apareciese la llama, y sin poder concebir porqué un carbon tan seco despidiendo un humo de igual propiedad, no se inflamaba despues de treinta y cuatro horas de un fuego continuo en el piso de los hornos: los hemos abandonado por segunda vez en tal estado y dimos orden para que nadie se acercase á ellos.

Al dia siguiente y trascurridas doce horas mas, hemos encontrado la misma *niebla* espesa y el mismo humo negro que envolvia el edificio; y al reconocer los hornos vimos que el fuego inferior se conservaba sin alteracion; el humo del mismo modo, y sin ninguna humedad, y que el vacío de dichos hornos era de tres pies y dos pulgadas en el pequeño, y de dos pies y nueve pulgadas tan solo en el mayor, que como hemos dicho tenia adaptado el tubo: le llenamos con sesenta y seis libras de carbon y el otro con cincuenta y cuatro, proponiéndonos esperar tanto tiempo como fuese preciso para saber si el humo concluiria por inflamarse: los hemos examinado cuidadosamente por espacio de otras nueve horas; era muy seco, muy sofocante, sensiblemente cálido, pero siempre negro, y sin llama al cabo de cincuenta y cinco horas. En tal disposicion abandonamos el campo por tercera vez. Aldia siguiente y trece horas despues de las cincuenta y cinco, encontramos el mismo humo é igual baja en el carbon; y reflexionando acerca de la consuncion de este combustible quemado sin llama, que era como una mitad de la que pudiera tener lugar en los mismos hornos existiendo aquella, hemos creido que no llegaríamos á obtenerla aunque añadiésemos mas carbon, toda vez que en el espacio de tres dias inútilmente habíamos cargado por otras tantas veces los hornos;

alimento, lo agitan en todos sentidos, ó lo depositan bajo una forma fija en las sustancias que llegan á penetrar.

Los vegetales y la generalidad de los insectos tienen en vez de pulmones unos tubos aspiratorios, especie de tráqueas por donde no dejan de absorber todo el aire que les es necesario.

Se ve pasar el aire en burbujas muy visibles en la savia de la vid, y además de ser absorbido por las raíces, suele serlo también por las hojas, constituyendo parte esencialísima de la nutrición del vegetal que desde luego lo asimila, fija y conserva. El mediocre grado de calor vegetal, unido al del calor del sol, es suficiente para destruir el resorte del aire contenido en la savia, especialmente cuando este en virtud de haber pasado por poros muy estrechos del tegido vegetal, antes de llegar á la savia encuéntrase

y sin embargo aun los hemos dejado humear otras cinco horas. Se nos había olvidado advertir que en el mismo día habíamos agregado ochenta libras de carbon al horno grande y sesenta al pequeño. El humo continuaba; mas habiendo perdido toda esperanza de que se inflamase espontáneamente, de súbito y con una especie de esplosion se hizo luminoso en el instante mismo que se le acercó la llama ligera de un hacecillo de paja: la masa toda del humo se encendió hasta ocho ó diez pies en cuadro y otros tantos de altura: la llama penetró en breve el carbon descendiendo instantáneamente hasta las capas inferiores que se consumieron como todas las demás, con mayor rapidez que antes, aunque el fuego situado en la parte de la bóveda no parecía mas animado.

De todo ello pudimos deducir que la llama no es otra cosa que un humo encendido y que la comunicacion del fuego solo se consigue por medio de aquella, sin la cual hubieran continuado los hornos con su eterno humear, consumiendo muchísimas arrobas de carbon y sin que nosotros al cabo de tantas horas perdidas lográsemos que brillase la llama, objeto de nuestros esperimentos.

dividido en particulas casi infinitamente pequeñas que con muy poco calor logran hacerse fijas.

La esperiencia confirma plenamente cuanto acabamos de decir: todas las materias animales y vegetales contienen una considerable dosis de aire fijo, y en esto consiste hasta cierto punto su inflamabilidad: todos los combustibles contienen mucho aire, todos los animales y los vegetales, todas sus partes, todos sus detrimentos, todas las materias que de ellos provienen y todas las sustancias que contienen los mismos por via de mezcla, abundan en aire fijo y generalmente se encuentra en ellos tambien cierta cantidad de aire elástico. No pueden ponerse en duda estos hechos que llegaron al mas alto grado de certidumbre por los preciosos esperimentos del doctor Hales, cuyo valor sin duda no conocieron los quimicos cumplidamente; pues de otro modo pudieron haber adivinado que á este aire fijo estaba reservado un papel mas importante que á su flogisto: en tal caso hubieran desechado ese nuevo término que no corresponde á ninguna idea precisa y ya no haria la base por mas tiempo de todas sus esplicaciones de los fenómenos quimicos: y á un ser siempre idéntico, siempre el mismo, compuesto siempre de aire y fuego no le hubiesen atribuido unas veces un estado fijo, y otras el de la mas pronunciada volatilizacion. Aquellos quimicos de entre estos que han considerado el flogisto como producto del fuego elemental ó de la luz, se alejaron menos de la verdad, puesto que el fuego ó la luz, producen por medio del aire, todos los efectos del flogisto.

Aquellos minerales que cual los azufres y las piritas contienen en su sustancia una cantidad mas ó menos considerable de detrimentos ulteriores pertenecientes á los seres organizados, poseen desde luego partes combustibles que como todas las demás

contienen una mayor ó menor porcion de aire fijo, aunque siempre mucho menos que las sustancias puramente animales ó vegetales. Pueden igualmente perder este aire fijo por la combustion; tambien puede desprenderse con auxilio de la efervescencia; y en las materias animales y vegetales se desprende por la simple fermentacion que qual la combustion siempre necesita aire si se ha de verificar.

Todo lo enunciado se halla tan perfectamente acorde con la esperiencia que no nos creemos obligados á insistir en la demostracion de los hechos. Nos limitaremos á observar que los azufres y las piritas no son los únicos minerales que pueden considerarse como combustibles; pues hay otros muchos que tambien lo son aunque no los mencionamos: baste decir que su grado de combustibilidad depende generalmente de la cantidad de azufre que entra en su composicion. Asi, pues, todos los minerales combustibles, deben aquella propiedad ó bien á las partículas animales y vegetales incorporadas con ellos, ó por lo menos á los átomos de luz, de calor, y de aire que con el transcurso del tiempo hánse fijado en su interior.

Segun nuestra opinion nada es combustible sino lo que ha sido formado por un calor moderado y tranquilo combinado con la luz y con el aire en todas las sustancias que el sol alumbra y vivifica (4) ó en las que el calor interno del globo fomenta y reune.

(4) Hé aqui una observacion que segun parece acredita que la luz tiene mas afinidad con las sustancias combustibles que con todas las demas materias. Sabido es que la potencia refractiva de los cuerpos transparentes es proporcional á su densidad: el cristal por mas denso que el agua tiene en proporcion mayor fuerza refringente, y al paso que aumenta la densidad del cristal y del agua, acrece tambien su fuerza de

Este calor interno del globo debe ser considerado como el verdadero fuego elemental, y es preciso no confundirlo con el del sol que está siempre acompañado de luz; mientras que el otro aunque mucho mas considerable, solo está generalmente bajo la forma de calor oscuro, y solo en caso de electricidad ó por medio de alguna otra circunstancia favorable adquiere luz. Ya hemos dicho que este calor que se observó durante muchos años consecutivos es en nuestro clima y en la estacion del invierno tres ó cuatrocientas, y en el verano veinte y nueve veces mayor que el calor del sol; pues esto, aunque parezca singular no deja de ser una verdad evidentemente acreditada.

Como ya hemos hablado con bastante estension, nos contentaremos con añadir ahora que dicho calor constante y siempre subsistente entra como elemento

refraccion. Esta proporcion se observa en todas las materias transparentes y que á la par son combustibles; pero las materias inflamables, por egemplo, el espiritu de vino, los aceites clarificados, el ambar, etc., tienen una potencia refringente mayor que las demas, por cuanto la atraccion que estas materias ejercen sobre la luz y que proviene de su masa ó densidad, es considerablemente aumentada por la afinidad particular que tienen con la luz. Si esto no fuese asi, su fuerza refringente, como la de todas las demas materias, seria proporcional á su densidad; pero las inflamables atraen mas vigorosamente la luz, es decir, tienen mas potencia refractiva que todas las otras. Hasta el mismo diamante no se exceptúa de esta ley, y debe ponerse en el número de las materias combustibles, puesto que se disipa por medio de un ustorio: tiene con la luz la misma afinidad que las materias inflamables, pues su potencia refringente es mayor de lo que debía proporcionalmente á su densidad: tiene al mismo tiempo la propiedad de absorber la luz y de conservarla mucho tiempo, y quizás á estas propiedades debe los fenómenos de su refraccion.

en todas las combinaciones de los demas elementos, y que es mas que suficiente, para producir en el aire los mismos efectos que el fuego actual ó el calor animal, que por consiguiente el calor interior de la tierra destruirá la elasticidad del aire, y lo fijará siempre que por estar dividido en partes muy pequeñas, se deje arrebatado por el calor del seno de la tierra; que bajo esta nueva forma entrará como parte fija en un gran número de sustancias las que contendrán desde luego particulas de aire fijo y de calor fijo que son los primeros elementos de la combustibilidad. Pero se encontrarán mas ó menos abundantemente en las diferentes sustancias, segun el grado de afinidad que tengan con ellas, cuyo grado depende en mucha parte de la cantidad que estas sustancias contengan de partes animales y vegetales, bases segun parece de toda materia combustible, y bien estén con abundancia esparcidas, ó debilmente incorporadas, siempre se podrán desalojar por medio de la combustion.

La mayor parte de los minerales metálicos y hasta los metales, contienen una cantidad no despreciable de particulas combustibles: el zinc, el antimonio, el hierro, el cobre, etc., arden produciendo una llama muy viva y muy visible en tanto que dura la combustion de las partes inflamables que contienen: despues de esto si continua el fuego, la combustion concluye y comienza la calcinacion, durante la cual entran en estas materias, nuevas partes de aire y calor que en ellas se fijan, y que solo se consigue desprenderlas presentándoles alguna materia combustible con la que dichas partes de aire fijo y de calor fijo, tienen mas afinidad que con el mineral, al que y por decirlo asi solo á viva fuerza están unidas, esto es, por el esfuerzo de la calcinacion.

Se nos figura que la conversion de sustancias metálicas en cal y su reduccion podrán ser en virtud de

lo dicho claramente comprendidas, sin necesidad de recurrir para su esplicacion á principios secundarios ó á hipótesis arbitrarias. La reduccion, segun ya hemos insinuado, es realmente una segunda combustion por medio de la cual despréndense las partes fijas de aire y calor, que la calcinacion habia obligado á incorporar al metal y unirse á su sustancia fija: entonces recobra esta las partes volátiles y combustibles que la primera accion del fuego habia arrebatado.

Indicado ya el principal papel que desempeña el aire fijo en las operaciones mas secretas de la naturaleza, considerémosle brevemente cuando bajo la forma elástica reside en los cuerpos: sus efectos son entonces tan variables como los grados de su elasticidad: su accion aunque siempre la misma, parece no obstante producir diferentes resultados, en las diferentes sustancias. Para conducir la cuestion á un punto de vista general lo compararemos con el aire y la tierra, del mismo modo que lo hemos comparado ya con el fuego: los resultados de esta comparacion de los cuatro elementos, facilmente se aplicarán en seguida á todas las sustancias, cualquiera que sea su naturaleza, pues todas asi mismo están realmente compuestas de los cuatro principios elementales.

El frio mas intenso, no es susceptible de destruir el resorte del aire, en tanto que el calor mas moderado lo consigue facilmente, y con especialidad cuando el fluido se halla dividido en partes muy pequeñas. Mas conviene advertir que entre su estado de fijeza y el de completa elasticidad, existen todos los grados intermedios, y asi es que ya de un modo ú otro reside siempre en las sustancias que de él están compuestas. Por ejemplo, nadie pone en duda que el agua que nos parece una sustancia tan simple, contiene cierta cantidad de aire que no es fija ni elástica,

pero que participa de ambos extremos: de aqui los diferentes fenómenos que presenta en su congelacion, en su ebullicion, y en su resistencia á toda compresion, pues la fisica experimental nos demuestra que el agua es incomprensible: en lugar de bajarse y de embeberse cuando se somete á la accion de una prensa se infiltra por las vasijas mas sólidas y mas espesas; mas si el aire que contiene en bastante proporcion, se encontrase en su estado de plena elasticidad seria compresible el agua en razon de la cantidad de aire, y comprimido éste, el agua descenderia. Asi, pues, el aire contenido en el agua no está simplemente mezclado ni conserva en ella su forma elastica, pero está íntimamente unido con ella en un estado tal, que su resorte no se egercita de un modo sensible, sin que por eso deba deducirse que está completamente destruido, pues obligando el agua á la congelacion, vese salir el aire de su interior, y subir á la superficie en burbujas elásticas. Bastaría esto solo para probar que el aire no está contenido en el agua, bajo su forma habitual, pues siendo específicamente ochocientas cincuenta veces mas ligera, se veria obligado á salir solo en virtud de la preponderancia del agua: es, pues, evidente que el aire en ella contenido no se halla en su estado ordinario, esto es, en el de plena elasticidad, al mismo tiempo queda demostrado, que la forma bajo la cual reside en el agua no es la de su mayor fijeza, en la que su resorte absolutamente destruido solo puede restablecerse por la combustion, puesto que el calor y el frio igualmente pueden restablecerlo. Es suficiente hacer calentar ó helear el agua para que el aire que contiene nuevamente adquiere su elasticidad y se eleve en burbujas sobre la superficie de aquella; tambien se desprende cuando sobre el agua deja de gravitar el peso de la atmósfera como se acredita bajo el recipiente de la máquina

neumática. De todo lo dicho se infiere que el aire no está contenido en el agua bajo una forma fija, sino mas bien en un estado medio que no le impide recobrar su resorte: que no está simplemente mezclado en el agua, puesto que no puede residir en ella con su peculiar elasticidad; y por último que tampoco está unido bajo una forma fija, toda vez que se deja separar del agua mas facilmente que de cualquier otra materia.

Podrá objetársenos y con razon, que el frio y el calor jamás han obrado análogamente; que si una de estas causas devuelve al aire su elasticidad, la otra debe destruirla. Confesamos que por lo regular el calor y el frio producen efectos diversos: pero producen el mismo efecto en la sustancia particular que estamos estudiando: con facilidad podemos convencernos fijando nuestra atencion en el objeto mismo y en sus circunstancias.

Sabido es que el agua ora helada ó hervida recobra el aire que habia perdido cuando respectivamente se liquida ó enfria: por tanto el grado de afinidad del aire con el agua, en mucha parte depende del de su temperatura, la cual en su estado de liquidez es con corta diferencia la misma de que participa el calor general en la superficie de la tierra. El aire con que tiene mucha afinidad la penetra en cuanto logra hallarse dividido en partes muy ténues, y basta el grado de calor elemental y general, para debilitar el resorte de dichas partes, hasta el punto de dejarlas sin efecto, mientras que el agua conserva esta temperatura; pero si el frio la penetra, ó por hablar con mas precision, si el grado de calor indispensable para que el aire se mantenga en su estado, llega á disminuir, entonces su resorte que no está enteramente destruido, restableceráse con la frialdad y las burbujas elásticas ascenderán á la superficie del agua pró-

xima á la congelacion. Si por el contrario se aumenta el grado de temperatura del agua por un calor esterno, la excesiva division de sus partes integrantes las hace volatilizar, y el aire que solo estaba levemente unido con ellas, se escapa en union de las mismas; porque es preciso recordar que aunque el agua tomada en masa es incompresible y carece de resorte, es sumamente elástica cuando está dividida en pequeñas partes, siendo en esto de naturaleza diametralmente opuesta á la del aire que solo es compresible en masa y solo pierde su resorte cuando está muy dividido.

No obstante el aire y el agua tienen mas relaciones entre sí que propiedades contrarias: y como estamos bien persuadidos de que toda la materia es convertible y que los cuatro elementos pueden sufrir transformaciones, nos inclinamos á creer que el agua puede convertirse en aire cuando está bastante rarificada para elevarse en vapores, porque el resorte del vapor del agua es tanto ó mas poderoso que el del aire. Se vé el prodigioso efecto de su potencia en las bombas contra incendios; se vé la terrible explosion que produce cuando cae el metal fundido sobre algunas gotas de agua; y si no se quiere convenir con nosotros, que el agua en ese estado de evaporacion pueda convertirse en aire, al menos no podrá negársenos que posee las principales cualidades del último.

La esperiencia nos acreditó que el vapor del agua puede entretener y aumentar el fuego como ordinariamente lo hace el aire. Este mismo aire que pudiera creerse puro, siempre está mezclado con una excesiva cantidad de agua; pero preciso es observar como cosa importante que es muy distinta la proporcion de mezcla en estos dos elementos, pues generalmente mucha menos porcion hay de aire en el agua que de

agua en el aire. Preciso es considerar no obstante que hay dos unidades muy diferentes que indican los términos de esta proporcion: queremos hablar de la masa y el volúmen.

Si se estima la cantidad de aire contenida en el agua, por su volúmen, parecerá nula, porque el volúmen del agua ningun aumento revela; y del mismo modo aunque mas ó menos húmedo el aire, no parece cambiar de volúmen, pues este solo varia cuando el aire está mas ó menos caliente. Asi, pues, no existe proporcion con el volúmen sino con la masa, es decir; con la cantidad real de materia que existe en el uno y en el otro de estos dos elementos, cuya mezcla se vá á comparar: de este modo se vé que el aire es mucho mas acuoso que aérea el agua, quizás en la proporcion de la masa, esto es, en la de uno á ochocientos cincuenta. Este cálculo puede ser exagerado ó inferior á la realidad; mas de cualquier modo que sea, podemos deducir que con mas facilidad puede transformarse el agua en aire que el aire en agua.

Las partículas de aire, aunque susceptibles de ser estremadamente divididas, parecen ser mas gruesas que las del agua; porque esta pasa á traves de muchos filtros que el aire no puede penetrar; porque aunque esté rarificada por el calórico, su volúmen por mas que reciba mucho aumento solo es igual ó muy poco mayor que el de las partes de aire, en la superficie de la tierra; porque los vapores del agua no se elevan en el aire mas que hasta cierta altura; finalmente, porque el aire parece embeber el agua como una esponja, contenerla en gran cantidad y el continente es mayor por precision que el contenido. Por lo demas el aire que con tanta avidéz absorbe el agua parece dejarla en libertad cuando se le presentan sales ú otras sustancias con las que el agua tiene