

CAPÍTULO IV

Nomenclatura das diferentes partes constituíntes do aire atmosférico.

Ate aquí precisei servirme de perífrases para designar á natureza das diferentes substancias que compoñen a nosa atmosfera, adoitando provisoriamente as expresións *parte respirable, parte non respirable do aire*. Pero os detalles nos que me vou adentrar, esixen unha marcha mais rápida, e que despois de ter procurado dar ideas sinxelas das diversas substancias que entran na composición do aire atmosférico, as exprese tamén con palabras sinxelas.

Topándose a temperatura do planeta que habitamos moi próxima ao grao no que a auga pasa do estado sólido ao líquido e viceversa, e verificándose este fenómeno frecuentemente ante a nosa vista, non é estraño que en tódalas linguas, alomenos nos climas onde se experimente algunha especie de inverno, se lle asignara un nome á auga reducida ao estado sólido pola ausencia do calórico.

Non obstante, non sucedeu o mesmo coa auga reducida ao estado de vapor por unha maior adición de calórico. Aqueles que non fixeron un estudio pormenorizado destes temas, ignoran tamén que a un grao de temperatura algo superior ó da auga fervendo, esta transfórmase nun fluído elástico aeriforme susceptible, como tódolos gases, de ser recollido e gardado en recipientes, e de conservar a forma gasosa mentres experimente unha temperatura superior aos 80 graos e unha presión igual á dunha columna de 28 polgadas de mercurio. Por non ter sido percibido este fenómeno pola maioría da xente, ningunha lingua denominou a auga neste estado cun nome particular, e o mesmo ocorre con tódolos fluídos, e en xeral con tódalas substancias que non son susceptibles de evaporarse ao grao habitual de temperatura e de presión en que vivimos.

Debido á mesma causa non se lle deu nome á maioría dos fluídos aeriformes en estado líquido ou concreto. Ignorábase que estes fluídos fosen o resultado da combinación dunha base co calórico, e como nunca foran vistos en estado líquido ou sólido, era descoñecida a súa existencia baixo esta forma ata polos mesmos físicos.

Criamos conveniente que non debiamos cambiar os nomes admitidos e consagrados na sociedade por un uso antigo. Así, pois, deixamos nas palabras *auga e xeo* o seu significado vulgar, e igualmente expresamos coa palabra *aire* ó conxunto de fluídos elásticos que compoñen a nosa atmosfera. Pero non seguimos o mesmo criterio respecto das denominacións moi recentes propostas polos físicos. Pensamos que nos asistía o dereito de rexeitalas substituíndoas por outras menos proclives a inducir a erro, pero nos casos que determinamos adoitálas non tivemos ningunha dificultade para modificálas e asignarlles ideas máis concretas e menos difusas.

As palabras novas decidimos tomalas principalmente do grego de tal xeito que as súas etimoloxías evocasen a idea das cousas que nos propúñamos expresar e suxeitándonos, sobre todo, a non admitir máis que as palabras mais curtas posibles que fosen susceptibles de formar adxectivos e verbos.

Segundo estes principios e seguindo o exemplo de Macquer decidimos conservar o nome de *gas* usado por Van Helmont¹ para denominar á clase numerosa de fluídos

¹ Joan Baptista van Helmont (1579-1644). Médico e químico flamenco. A súa principal aportación no campo da química foi o estudo dos gases, término que el acuñou, foi partidario das ideas da alquimia.

elásticos aeriformes, coa excepción do aire atmosférico. Polo tanto, a palabra *gas* é para nos un nome xenérico que designa ó último grao de saturación de calquera substancia polo calórico, é dicir, a expresión dun dos estados nos que se poden presentar os corpos. Para explicitar despois cada especie de gas, agregamos unha segunda palabra tomada do nome da base. Así, chamaremos gas acuoso á auga combinada co calórico e en estado de fluído elástico aeriforme, gas etéreo á combinación do éter co calórico, gas alcohólico ó espírito do viño co calórico, e da mesma forma temos o gas ácido muriático, gas amoníaco e moitos outros. Estendereime máis sobre este tema cando se trate de nomear as diferentes bases.

Comprobamos xa que o aire atmosférico estaba formado principalmente por dous fluídos aeriformes ou gases, un respirable onde poden vivir os animais, calcinarse os metais e arder os corpos combustibles, e outro con propiedades totalmente opostas onde os animais non poden respirar, nin manterse a combustión, etc. Á base da parte respirable do aire denominámola co nome de *osíxeno*, derivándoo dos vocablos gregos, *osós*, *ácido*, e *geinomai*, *eu enxendro*, porque en efecto unha das propiedades mais xerais desta base é a de formar ácidos ó combinarse coa maior parte das substancias, chamaremos pois *gas osíxeno* á unión desta base co calórico, o seu peso neste estado é con bastante exactitude de medio gran, peso de marco, por polgada cúbica, ou de onza e media por pé cúbico, expresado todo a 10 graos de temperatura e 28 polgadas de presión.

Como as propiedades químicas da parte non respirable do aire atmosférico, non se coñecen aínda moi ben, contentámonos con deducir o nome da súa base pola propiedade que ten este gas de quitar a vida aos animais que o respiran, chamándolle *ázoe*², da “a” privativa dos gregos e “zos” *vida*. Deste xeito a parte non respirable do aire será o *gas ázoe*, o seu peso é dunha onza, dúas ochavas e 48 grans por pé cúbico e de 0,4444 grans por polgada cúbica.

Non se no ten ocultado que este nome parece extravagante, pero igual sucede con tódolos nomes novos ata que co uso nos familiarizamos con eles. Ademais, durante moito tempo buscamos outro mellor sen que nos fora posible topalo. Estivemos tentados a chamalo gas alcalíxeno porque as experiencias de Berthollet demostraron, como se verá mais adiante, que este gas entra a formar parte na composición do álcali volátil ou amoníaco; pero, por outro lado, como non temos aínda ningunha proba de que sexa un dos principios constitutivos dos outros álcalis e estando demostrado, ademais, que entra na composición do ácido nítrico, co mesmo fundamento o poderíamos chamar *nitríxeno*. En fin, decidimos rexeitar un nome que comportaba unha idea sistemática, e sen risco a equivocarnos adoptamos o de *ázoe* ou *gas ázoe* que non expresa mais que un feito ou, mellor dito, unha propiedade: a de quitar a vida aos animais que respiran este gas.

Sería anticipar nocións reservadas para capítulos posteriores, se me estendese mais sobre a nomenclatura das diferentes especies de gases. Bástame con ter dado aquí non a denominación de tódolos gases, senón o método para nomealos. O mérito da nomenclatura que adoptamos consiste principalmente en que unha vez nomeada a substancia simple, os nomes do tódolos seus compostos dedúcense necesariamente desta primeira palabra.

² Nitróxeno

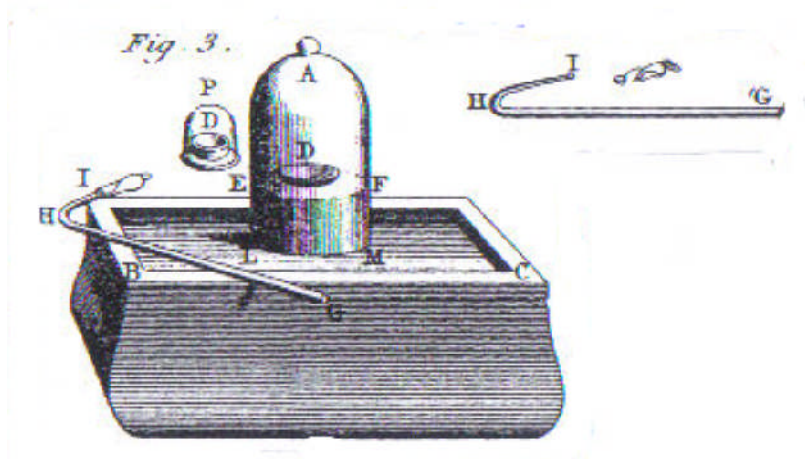
CAPÍTULO V

Da descomposición do gas osíxeno polo xofre, fósforo e carbón, e da formación dos ácidos en xeral.

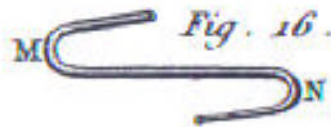
Un dos principios que nunca se debe perder de vista na arte de realizar experimentos, é o de simplificalos tanto como sexa posible e evitar tódalas circunstancias que poidan complicar os seus efectos. Polo tanto, non sendo o aire atmosférico unha substancia simple, non o utilizaremos nas experiencias que van constituír o obxecto deste capítulo. É certo que o gas ázoe, o cal é unha das partes da mestura que constituíe o aire, parece que é puramente pasivo nas calcinacións e combustións, pero como as retarda e nalgunhas circunstancias é moi posible que altere os resultados, pareceume necesario eliminar esta causa de incertidume.

Así pois, expoñeremos nos experimentos que imos desenrolar o resultado das combustións tal e como teñen lugar no seo do aire vital ou gas osíxeno puro, advertindo unicamente as diferencias que se presentan cando o gas osíxeno está mesturado con diversas proporcións de gas ázoe.

Tomei unha campá de cristal A (lámina IV, fig. 3) de 5 a 6 pintas de capacidade, enchina de gas osíxeno no baño de auga e despois transporteina ó baño de mercurio mediante un prato que coloquei debaixo, de seguida sequei a superficie do mercurio e introducín na campá A 61 grans e $\frac{1}{4}$ de fósforo de Kunkel³ distribuídos en dúas cápsulas de porcelana semellantes ás que se representan na figura D (fig. 3). Para que se puidesen acender cada unha destas porcións por separado e que a inflamación non se transmitise dunha á outra, cubrín unha das cápsulas cun lámina de vidro. Estando todo así disposto, elevei o mercurio na campá ata o nivel EF succionando cun sifón de cristal GHI, que introducín por debaixo tapándolle o extremo I cun anaco de papel, para que non se enchese de mercurio ó pasar a través deste. Despois, cun ferro encovado e ó roxo, representado na figura 16, acendín sucesivamente as dúas cápsulas comezando pola que non estaba cuberta coa lámina de vidro.



³ Johann Kunkel (1638-1703) Químico alemán, no 1667 ensinou na universidade de Wittenberg, onde redescubriu o procedemento de obtención do fósforo, que Brandt, o seu descubridor, mantivera en segredo. Realizou algúns experimentos cuantitativos, describindo o incremento de peso do antimonio na calcinación, que atribuíu á fixación de corpúsculos ígneos.



A combustión realizouse cunha grande rapidez, unha chama brillante e un considerable desprendemento de calor e luz. Nun primeiro instante houbo unha notable dilatación do gas osíxeno ocasionada pola calor, pero pronto o mercurio subiu por encima do seu nivel producíndose unha absorción considerable. Ao mesmo tempo, todo o interior da campá tapizouse de copos brancos e lixeiros que non eran outra cousa mais que ácido fosfórico en estado concreto.

A cantidade de gas osíxeno utilizada ó comezo desta experiencia foi, unha vez feitas as correccións, de 162 polgadas cúbicas, encontrándose ao final soamente 23 polgadas e $\frac{1}{4}$. A cantidade de osíxeno absorbido foron 138 polgadas cúbicas e $\frac{3}{4}$ ou 69,375 grans de osíxeno.

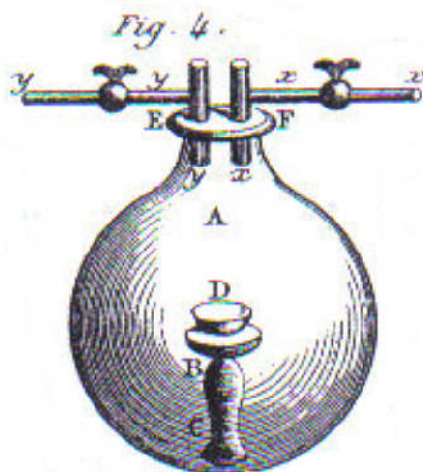
Non se chegou a queimar todo o fósforo, e lavado o que quedou na cápsula para separalo do ácido se observou que pesaba despois de secalo meticulosamente 16 grans e $\frac{1}{4}$, deste xeito podemos deducir que a cantidade de fósforo queimada ascendía a 45 grans aproximadamente. Digo de xeito aproximado, porque non sería estrano que houbera un ou dous grans de erro no peso do fósforo que quedou despois da combustión.

Temos pois que 45 grans de fósforo combináronse nesta operación con 69,575 grans de osíxeno, e como polos poros da campá non se puido introducir ningunha substancia pesada; podemos concluír, que o peso da substancia resultante, sexa a que fose, e que se recolleu en copos brancos, debe ser igual ao peso do osíxeno e do fósforo, isto é de 114,375 grans. Pronto se comprobará que estes copos brancos ou frecos non son outra cousa que un ácido concreto. Se reducimos agora estas cantidades a un quintal, vese que son necesarias 154 libras de osíxeno para saturar a 100 libras de fósforo, e que con isto resultan 254 libras de copos ou frecos brancos de ácido fosfórico concreto.

Este experimento proba evidentemente que a certo grao de calor o osíxeno ten mais afinidade polo fósforo que polo calórico, e que por conseguinte, o fósforo descompón ó gas osíxeno, apoderándose da súa base; e que o calórico queda entón en liberdade, escapa e disípase repartíndose por entre os corpos que o rodean.

Por conluínte que fora este experimento, aínda non era o suficientemente exacto, e co efecto do aparato utilizado non era posible medir con exactitude o peso dos frecos brancos ou do ácido concreto que se formou, e unicamente pode extraerse por medio do cálculo, supoñendo que é igual á suma das masas do osíxeno e do fósforo; pero por mais evidente que sexa esta conclusión, xamais debe ser permitido na Física e na Química supoñer algo que poida ser determinado por métodos directos; por isto pareceume conveniente o de repetir o experimento cunha maior cantidade e con outro aparato distinto.

Escollín un recipiente grande de cristal A lam.IV fig. 4, que ten unha boca EF de tres polgadas de diámetro, pecha esta boca cunha lámina ou disco de vidro axustada ou pulida co esmeril, taladrada por dúas partes para deixar paso aos tubos xxx e yyy.



Antes de pecha-lo recipiente introducín dentro a cápsula D con 150 grans de fósforo, colocada sobre un pedestalíño CB, despois disto tapei o recipiente co disco de vidro, enlodándoo con lodo bituminoso, e poñendo enriba unhas tiras de lenzo empapadas en cal e clara de ovo, unha vez que o lodo estivo ben seco suspendín o aparato completo e estimei o seu peso cunha diferenza de 1 gran ou gran e $\frac{1}{2}$. Fixen o baleiro do recipiente por medio dunha máquina pneumática pequena axustada ao tubo xxx, abrindo despois a chave yyy para introducir por ela osíxeno no recipiente. E de reseñar que este experimento faise con facilidade, e sobre todo con moita exactitude, por medio da máquina hidropneumática, cuxa descrición fixemos Mr. Meusnier⁴ e eu nas Memorias da Academia de 1782 pax 466, e da que se dará unha explicación na última parte desta obra; con este instrumento que foi corrixido e mellorado polo citado Mr Meusnier, pódese coñecer exactamente a cantidade de osíxeno introducido no recipiente, e a que se introduciu durante a operación.

Cando todo esta así preparado, acendín o fósforo cun espello ustorio⁵. A combustión foi rapidísima, acompañada dunha gran lapaçada e moita calor. Mentres se efectuaba a combustión íanse formando grande cantidade de copos brancos que se pegaban polas paredes do interior do recipiente, obscurecéndose totalmente ó pouco rato, a abundancia de vapores era tal que , anque entraba continuamente novo osíxeno para mante-la combustión, o fósforo apagouse de contado. Unha vez que arrefriou totalmente todo o aparato, cercioreime da cantidade de osíxeno que se empregara, e do peso do balón antes de abri-lo. A continuación lavei, sequei e pesei a pequena cantidade de fósforo amarelo ocre que sobrara na cápsula, coa fin de averiguar a cantidade de fósforo gastado no experimento. É evidente que coa axuda destas precaucións me fora moi doado constatar que: 1º , o peso do fósforo queimado; 2º, o dos copos brancos obtidos durante a combustión; 3º, o peso do gas osíxeno que se combinou co fósforo. Esta experiencia proporcionoume aproximadamente os mesmos resultados ca anterior: o fósforo ó queimarse absorbe algo máis de vez e media o seu peso de osíxeno, e ademais obtiven a certeza de que o peso da nova substancia producida era igual á suma do peso do fósforo queimado mailo osíxeno absorbido, o cal, dende logo, era fácil de prever *a priori*.

Como o gas osíxeno empregado nesta experiencia era puro, o residuo que del queda despois da combustión é tamén puro; o que demostra que non se desprende nada

⁴ Jean Baptiste Meusnier (1754-1793) Inxeñeiro francés que colaborou con Lavoisier no deseño do gasómetro.

⁵ Lente converxente.

de fósforo que poida altera-la pureza do aire e que aquel limitábase unicamente a quitar ó calórico á súa base, é dicir ao osíxeno ó que está unido.

Dixen mais arriba que se queimabamos calquera corpo combustible dentro dunha esfera foga de xeo, ou noutro aparato construído segundo os mesmos principios, a cantidade de xeo fundido durante a combustión era unha medida exacta da cantidade de calórico desprendido. Podemos consultar a este respecto a memoria que Laplace e eu presentamos en común na Academia o ano 1780, páxina 355. Sometida a combustión do fósforo a esta proba, comprobamos que unha libra de fósforo, ó arder, fundía algo mais de 100 libras de xeo.

A combustión do fósforo realízase igualmente no aire atmosférico, pero coas dúas únicas diferencias seguintes: 1ª, que a combustión é moito mais lenta ó ser retardada pola grande cantidade de gas ázoe que se topa mesturado co gas osíxeno; 2ª, que só se absorbe, ao máximo, un quinto do aire, porque facéndose a combustión unicamente a expensas do gas osíxeno, a proporción de gas ázoe chega a ser tamaño ó final da operación que a combustión xa non pode continuar.

Como xa dixemos, o fósforo transformase pola súa combustión, xa sexa co aire ordinario, xa co gas osíxeno, nunha substancia branca moi lixeira en forma de copos con propiedades totalmente novas. Do insoluble que era na auga, non só se fai soluble, senón que atrae a humidade do aire con gran rapidez formando un licor moito mais denso cá auga e cun peso específico moito maior; Antes da combustión case que non tiña sabor, e pola súa unión co osíxeno, toma un gusto extremadamente ácido e picante. En fin, da clase de substancias combustibles ás que pertencía, pasa á das incombustibles, converténdose no chamamos un ácido.

Nesta conversión dunha substancia combustible nun ácido pola acción do osíxeno é, como pronto veremos, unha propiedade común a un gran número de corpos. En boa lóxica, nunca se debe esquecer designar baixo un nome común a tódalas operacións que presenten resultados análogos, por se-lo único medio de simplificar o estudio das ciencias, pois sería imposible reter tódolos detalles se non procurásemos clasificalos. Polo tanto chamaremos *osixenación* á conversión do fósforo nun ácido e, en xeral, á combinación de calquera corpo combustible co osíxeno.

Adoptaremos igualmente a expresión *osixenar* e, en consecuencia, podemos dicir que osixenando o fósforo o convertemos nun ácido.

O xofre é tamén un corpo combustible, é dicir, que ten a propiedade de descompoñer ó aire extraendo ó osíxeno do calórico. Isto pódese comprobar facilmente por medio de experimentos moi semellantes aos que acabo de detallar para o fósforo. Pero debo advertir que é imposible, se operamos do mesmo xeito co xofre, obter resultados tan exactos coma os que se obteñen co fósforo, debido a que o ácido que se forma na combustión do xofre é de difícil condensación, a que o mesmo xofre arde con maior dificultade sendo ademais susceptible de se disolver en distintos gases. De tódolos xeitos, si podo asegurar, segundo os meus experimentos, que o xofre absorbe aire cando se queima, que o ácido que se forma é moito mais pesado que era o xofre e, que o seu peso é igual á suma do peso do xofre mailo osíxeno absorbido e, en fin, que é un ácido pesado, incombustible, susceptible de combinarse coa auga en tódalas proporcións, quedando como única incertidume as cantidades de xofre e osíxeno que constitúen este ácido.

O carbón, que todo nos fai consideralo actualmente como substancia simple, ten a propiedade de descompoñer o gas osíxeno e quitarlle a súa base ó calórico. Pero o ácido que resulta desta combustión, non condensa ao grao de temperatura e presión en que vivimos, senón que permanece en estado gasoso, precisándose unha grande cantidade de auga para absorbelo. Por outra banda, este ácido ten tódalas propiedades

comúns aos demais, anque nun grao máis feble, e tamén se une como eles a tódalas bases susceptibles de formar sales neutros.

A combustión do carbón pódese realizar coma a do fósforo, dentro dunha campá de cristal A (lám IV, fig 3).chea de gas osíxeno e colocada invertida sobre mercurio. Pero coma a calor dun ferro quente, incluso ó roxo vivo, non é suficiente para acendelo, colócase sobre o carbón un fachico de isca cunha migalla de fósforo; este acéndese co ferro ó roxo, a inflamación comunícase de seguida á isca e logo ó carbón.

Os detalles desta experiencia encóntanse nas Memorias da Academia, ano 1781, pax 448, onde se verá que son necesarias 72 partes de osíxeno para saturar a 28 partes de carbón, e que o ácido aeriforme que se forma ten un peso exactamente igual á suma dos pesos de carbón e osíxeno utilizados para formalo. Os primeiros químicos que o descubriron déronlle o nome de aire fixo ou aire fixado, ignorando naquel intre se era un aire semellante ó da atmosfera ou outro fluído elástico viciado e deteriorado pola combustión. Pero por suposto que na actualidade sabemos con certeza que esta substancia aeriforme é un ácido, que se forma coma os demais por osixenación dunha base, sendo evidente que non lle convén en absoluto o nome de aire fixo.

Laplace e mais eu ensaiamos a queimar carbón no aparato deseñado para determinar a cantidade de calórico desprendida, encontramos que unha libra de carbón, ó queimarse, fundía 96 libras 6 onzas de xeo, gastándose nesta operación 2 libras 9 onzas 1 ochava 10 grans de osíxeno, dando lugar a 3 libras 9 onzas 1 ochava 10 grans de gas ácido. Este gas pesa 0,695 grans por polgada cúbica, o que fai que o volume total de gas ácido que se forma pola combustión dunha libra de carbón sexa de 34242 polgadas cúbicas.

Podería multiplicar moito mais este tipo de exemplos e mostrar, por unha serie de feitos numerosos, que a formación dos ácidos lévase a cabo pola osixenación dunha substancia calquera. Pero como o camiño que me propuxen seguir consiste en non pasar máis que do coñecido ó descoñecido, e en non presentar ó lector mais ca exemplos das cousas que se teñan explicado anteriormente, impide que me anticipe ós feitos. Ademais os tres exemplos que acabo de citar bastan para dar unha idea clara e precisa de como se forman os ácidos. Vese que o osíxeno é un principio común a todos eles, e o responsable da súa acidez, diferenciándose uns doutros pola natureza da substancia acidificada. En todo ácido é preciso, pois, distinguir a base acidificable, á que Morveau deu o nome de radical, e o principio acidificante, isto é, o osíxeno.