

## EL OXÍGENO: el elemento con más nombres

### UN ELEMENTO LIGADO A LA COMBUSTIÓN

Durante el año 1630, un desconocido químico francés, Juan Rey, publica un pequeño libro titulado "Ensayos de Iean Rey", en el que expone que el estaño y el plomo experimentan un aumento de peso durante la calcinación y explica este fenómeno postulando que este aumento de peso de las cales era debido a un "**AIRE PESADO**" que estaba íntimamente mezclado con aquellas. Poco después Boyle y Hooke, estudian la combustión del carbón, concluyendo que el aire juega un papel importante aunque desconocido en ella, dejando un humo indefinido de "**NITRO VOLÁTIL**" en el aire. Más tarde Hooke elaborará doce propuestas para explicar la combustión, que ocurre "*por intermedio de una sustancia inherente y mezclada al aire que es semejante pero no igual, por la cual se fija en la SALPETER*".

En 1669, Juan Becher profesor de Química en Maguncia, publica una obra revolucionaria, sólo apreciada posteriormente que va a producir un colapso en la investigación sobre nuevos elementos químicos. En la obra en cuestión: "Actorum laboratorit chymici" se afirmaba que todos los minerales estaban compuestos de tres principios: **TERRA PINGÜIS**, **TERRA MERCURIALIS** y **TERRA LÁPIDA**, también llamados respectivamente **TERRA COMBUSTIBLE** que debería encerrar el principio combustible o capacidad para arder, la **TERRA FLUÍDA**, con el principio líquido o capacidad para fundir, y la **TERRA VITRESCIBLE** o **VITRIFICABLE**, con el principio sólido responsable de su estructura. Todo combustible contenía **TERRA PINGÜIS** que se perdía al arder.

Estas ideas no eran originales pues podemos recordar que ya en el año 780 d. C. Geber había expuesto que los metales estaban constituidos de dos exhalaciones: el **HUMO DE TIERRA** y el **VAPOR ACUOSO**. El **HUMO DE TIERRA** era fácilmente convertible en **AZUFRE**, y el vapor acuoso, en **MERCURIO**. Solamente cuando la mezcla era perfecta se producía oro. Variando la proporción se obtenían los demás metales. Por eso en la transmutación de los metales se empleó tanto el azufre como el mercurio ya que se pensaba que el efecto dependía de su proporción. Igualmente a principios del siglo XVII, en 1609, Van Helmont ya había hablado de un principio inflamable, llamado **GAS PINGÜE**. Pues bien Stahl, químico y médico de Halle y posteriormente médico de cámara del rey de Prusia, reedita la obra de Becher: "Physica subterranea", modificando ligeramente sus teorías, y en 1702 enuncia su **TEORÍA DEL FLOGISTO**.

### EL OXÍGENO Y EL FLOGISTO

Los puntos fundamentales de dicha teoría que a va tener una influencia fundamental en toda la química del XVIII, frenando la posible aparición de nuevos elementos no metálicos, son los siguientes:

- *"Todo compuesto o sustancia que al calentarse fuertemente se transforme, debe poseer una materia inflamable en su composición llamada **FLOGISTON**<sup>1</sup>"*
- *"Todo metal es por lo tanto una mezcla de **FLOGISTO** y **CAL**, el calor hace prender el flogisto quedando la cal", de tal forma que **METAL+CALOR = FLOGISTO + CAL DEL METAL**.*
- *"Toda sustancia capaz de arder, posee **FLOGISTO** que escapa con la llama en la combustión".*

---

<sup>1</sup> Proviene del griego Phlogistos (consumido por el fuego, inflamable), el cual a su vez lo hace de PHLOS (φλός, llama). Realmente Stahl lo denominó: das verbrenniche Wesen, o sea principio combustible. Fueron sus seguidores los que lo bautizaron como FLOGISTO.

- *"Todos los metales contienen tanto más **FLOGISTO** cuando más fácilmente transformables son por la acción del calor".*

Evidentemente según esta teoría, la mayoría de los elementos descubiertos hasta aquel entonces no eran tales elementos sino combinaciones con **FLOGISTO**, que llega a figurar como un nuevo elemento con símbolo  $\Phi$  generalmente, y también Fl. El calor que fue considerado como un elemento y así aparece clasificado en el Tratado Elemental de Química de Lavoisier, actuaría sobre esta mezcla de forma que juntamente con el aire ponía en movimiento las partículas de **FLOGISTO** que alcanzaban velocidades suficientes para poder separarse, según interpretaciones posteriores. Cuando los metalúrgicos primitivos obtenían un metal, lo que hacían era tratar la cal del metal con carbón, sustancia muy rica en **FLOGISTO**. El carbón cedía su **FLOGISTO** a la cal con lo que ésta, soltaba el metal.

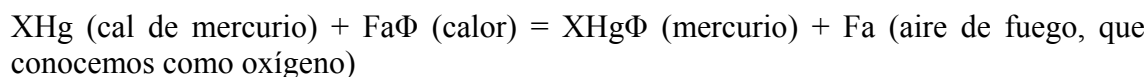
El flogisto todo lo explicaba y no entraba en conflicto con ninguna teoría filosófica, tal es así que el propio Emmanuel Kant escribe en 1787, en la "Crítica de la razón pura": "...con la teoría del **FLOGISTO** de Stahl se hizo la luz para todos los investigadores de la naturaleza". Sin embargo no era lógico que algunos metales como el estaño y el plomo al ser calcinados y por lo tanto debiendo desprender **FLOGISTO**, aumentaran de peso, salvo que aquél tuviera peso negativo. Se llegó a explicar este hecho aduciendo que el **FLOGISTO**, al escapar dejaba una serie de huecos pudiendo ser reemplazado por el aire.

El éxito de la notable rapidez con que se aceptó y desarrolló la teoría del **FLOGISTO**, era que existía en el siglo XVII un vacío científico muy grande y el racionalismo tan en boga, necesitaba explicar una serie de hechos experimentales que aparentemente no se justificaban de otra manera. Sin embargo en función de dicho racionalismo pronto hicieron su aparición las primeras modificaciones. En 1740, Hoffman explica la antigua metalurgia diciendo que el proceso en sí, no debería consistir en una cesión de **FLOGISTO**, sino en la eliminación de una sustancia especial que llamó **SAL ACIDUM**, nombre que será uno de los precursores del oxígeno.

El holandés Boerhaver, profesor de Química de Leyden, en su obra "Elementa Chemica", alude a un seudoflogisto que llama **PABULUM IGNIS** (que nutre el fuego) y sospecha que en el aire existe un **VITAE CIBUM** (alimento de vida); otro predecesor. Por esas mismas fechas Pott, escribe que "*el **FLOGISTO** es una especie de azufre, ya que al quemar éste no queda cal, pues todo se inflama*". Sin embargo la gran categoría y prestigio científico de los seguidores de la teoría, como los ingleses Cavendish y Priestley, fue suficiente para que mantuviera su auge en todo el siglo XVIII (A Priestley se le llegó a apodar D.Flogisto)

## EL DESCUBRIMIENTO DE UN NUEVO ELEMENTO

Priestley en 1774 calentando cal roja de mercurio rojo (rojo precipitatus per se) obtiene un aire incoloro que llama **AIRE DEFLOGISTICADO**, que también encuentra en el aire, por lo que éste debería estar compuesto de **FLOGISTO** y **AIRE DEFLOGISTICADO**. La reacción planteada por Priestley, conocida desde época muy remota, tal como se ha indicado, la formulaba según el lenguaje químico de la época como:



¿Cómo, cuándo y quién destruye una teoría tan bien elaborada y mejor asentada? Va a ser el científico francés Lavoisier, quien a partir de 1783 lo va a hacer, atacándola justamente en su punto flaco. ¿Cómo era posible que un compuesto perdiendo **FLOGISTO** pudiera aumentar su masa?

Estudia la combustión del fósforo y del azufre en las que se produce un notable aumento de peso y sus conclusiones las presenta en un escrito lacrado en la Academia de Ciencias de Francia. La idea fundamental era ésta: *"La calcinación no es una pérdida de FLOGISTO, sino la ganancia de otro elemento y por lo tanto era lógico que aumentara su masa"*. Ese elemento nuevo va a ser el **OXÍGENO**, por eso su nacimiento supondrá la muerte de aquél.

## LOS MÚLTIPLES NOMBRES DEL OXÍGENO

El **OXÍGENO** será uno de los elementos más cantados y bautizados, quizá por ser el más importante e indispensable para la vida, aunque fuera el que más retrasara su aparición en la Tierra. Ya en un tratado chino del siglo VIII, escrito por MAO KHOA se lee que el aire es una mezcla de dos principios contrarios, el **YNE** (AIRE INCOMPLETO, que sería el precursor del oxígeno, y por ser el principio activo y positivo, YANG) y el **YANN** (AIRE COMPLETO, que lo sería del nitrógeno, y por referirse a lo inactivo y negativo YIN). Debemos tener en cuenta que el concepto de lo negativo y positivo de los chinos no tiene que ver nada con la naturaleza eléctrica de la materia tal como la concebimos en la actualidad. Así más tarde, será para los chinos, **YANG** el flogisto, mientras que la cal era **YIN**.

A lo largo de los tiempos muchos científicos habían observado que en el aire había algo que facilitaba la vida y avivaba el fuego. En 1670, Juan Mayow le llama a este principio **NITRO AÉREO**. Boerhaver en 1732, **VITAE CIBUM**. Hofmann, ocho años más tarde, **SAL ACIDUM**. Pierre Bayen, en marzo de 1774, **FLUIDO ELÁSTICO**. Un poco antes, Scheele, **AIRE DE FUEGO** con símbolo Fa, o **AIRE EMPIREAL**. Priestley el 1 de agosto de 1774, **AIRE DEFLOGISTICADO**. Juan Ingenhouze en 1779, **AIRE VITAL**, y Antonio Lavoisier desde noviembre de 1774 hasta 1780, sucesivamente **PRINCIPIO ACIDIFICANTE** o **PRINCIPIO OXÍGENO**, después **OXIGENO**, y por fin **OXÍGENO**, tal como se conoce actualmente.

En España las teorías de Lavoisier no se acogieron excesivamente bien, y siguieron rebautizando al elemento, así J.M. Aréjula, en 1788, le cambiará el nombre hasta **ARXICAYO** o **PRINCIPIO QUEMANTE** del griego **ARXI** (ἀρχή), principio y **KAYO** (καίω) quemar. T.A. Porcel lo llamará **GAS COMBURENTE**, y por fin F. Chabaneau, químico francés afincado en España, lo nombrará **GAS PYRÓGENO**. Todo un récord para el elemento más recordado.

Su popularidad fue tanta que hasta figura en el cancionero español (Madrid, 1780) una poesía en cuatro cantos, titulada "Los aires fijos" y dedicada al oxígeno.

Su nombre actual, el **OXIGÈNE** de Lavoisier deriva de la raíz griega **OXYS** (όξύς), que quiere decir agudo, ácido, aunque la original indoeuropea es **AK** o **AC**. Precisamente de ella derivará el gótico **AKET** (punta, esquina), el sánscrito **ACRIH**, y el irlandés **ACAT** con el mismo significado, y el lituano **ASTRUS**, tenedor.

La idea de punta, o pico, se trae aquí porque lo que caracterizaba a los ácidos era que picaba la lengua y por ello, el vino que así lo hacía, fue llamado por los latinos **ACETUM**. La raíz **AK**, transformada en **OK** y **OXYS**, nos va a explicar la idea de algo que pica, apreciación puramente sensorial, recibiendo el **OXÍGENO**, su nombre de esa idea, a partir de ser considerado el principio acidificante característico de los ácidos. El español **OXÍGENO**, el euskera **OXIGENOA**, el italiano **OSSÍGENO** y el inglés y danés **OXYGEN**, el galés **OCSIGEN**, el griego **OXYGONON** derivan del francés.

En alemán se denomina **SAUERSTOFF**, compuesto de **SAUER** y **STOFF** (materia), con el significado de "materia de los ácidos". De él deriva el holandés **ZUURSTOF**. Como se puede observar existía el criterio de que los ácidos contenían siempre oxígeno, idea totalmente falsa en la actualidad. En serbocroata es **KISIT**, mientras que en ruso es **KISLOROD**, y en polaco, la única palabra que en dicho idioma tiene esa raíz, **TLEN**. Curiosamente, la lengua japonesa tomó el nombre alemán, materia de los ácidos transformándolo en su **SUAN SU**, y los ideogramas correspondientes están formados por el de la materia, precedida del de ácido. También se le llama "**GAS QUE ALIMENTA**", en el sentido que alimenta tanto la llama como la vida, y así se traduce por **YANG CH'I**, formado por los dos ideogramas que así lo manifiestan; el de gas, precedido por el de alimento (se escribe de izquierda a derecha). Los chinos tomaron inicialmente los nombres japoneses de los elementos químicos modernos como suyos, aunque a partir de 1933, el Ministerio de Educación Chino, publica las bases de la Nomenclatura Química, en la que al oxígeno se le asigna el nombre de **JAN**.

El símbolo actual, inicial de su nombre, es extrañamente igual al que existía antes de Berzelius; un círculo, que correspondería a la O.

## LA POLÉMICA DE SU DESCUBRIMIENTO

¿Quién descubrió verdaderamente el oxígeno? Con tantos nombres e ideas filosóficas sobre la teoría del **FLOGISTO**, nos podemos quedar realmente sin la verídica información. Realmente existe una triple paternidad, aunque los ensayos originales pertenecen al farmacéutico sueco Carlos Guillermo Scheele, que lo obtuvo tratando pirolusita ( $MnO_2$ ) con aceite de vitriolo ( $H_2SO_4$ ), mientras que Priestley lo consigue calentando óxido rojo de mercurio (rojo praecipitatus per se). Lo único que ocurrió fue que este último lo anunció el 1 de agosto de 1774, mientras que Scheele que lo tenía escrito en sus cuadernos de laboratorio sólo lo dará a conocer en 1777. Al parecer, el retraso en la publicación de su obra "El aire y el fuego" se debió a su editor Swederus, que tenía que hacerlo en alemán. Scheele escribía en agosto de 1776:

*"Estoy ahora más convencido que nunca que la mayor parte de mis experimentos sobre el fuego, serán repetidos por otros y que sus trabajos se publicarán antes que los míos, que también se refieren al aire. Se dirá entonces que he tomado mis experiencias de sus escritos. A Swederus es a quien debo esto".*

Esta alusión será verdaderamente profética. Sólo trabajos muy recientes han restablecido la cronología del descubrimiento del oxígeno. En la mayoría de los textos de Química se le atribuye a Lavoisier, esto es debido a que en octubre de 1774, Lavoisier conoce accidentalmente a Priestley en una cena en honor a Lord Sherburn, del que era secretario. En ella se entera de sus experiencias, y se da cuenta de que el **AIRE DEFLOGISTICADO** era la sustancia que necesitaba para darle el golpe mortal a la teoría del flogisto. Repite los ensayos de Priestley ya que disponía de los mejores laboratorios de Europa, y el 15 de abril de 1775, da una conferencia atribuyéndose el descubrimiento, aunque posteriormente a instancias de Priestley reconociera su paternidad.

Desde el punto de vista de las fechas de sus publicaciones, conviene recordar que:

- El descubrimiento de Lavoisier, fue publicado en el diario Rosiers, en mayo de 1775.
- La primera publicación de Priestley se hace el volumen 2 de sus "Experiments and Observations", en noviembre de 1775.
- El artículo de Bergman sobre el descubrimiento de Scheele, en la Nova Acta Upsala, ve la luz a mediados de 1776.

Sin embargo los hechos intrínsecos son muy diferentes. Para comprender el por qué los textos dan primacía a Lavoisier, hay que tener en cuenta que tanto Priestley como Scheele, eran acérrimos defensores de la teoría flogística, lo cual indiscutiblemente les condicionaba, mientras que aquél, no.

## EL OXÍGENO ANTES DEL SIGLO XVIII

Pese a lo que dicen los textos, ninguno de los tres había sido el primero en producir el elemento. El holandés Cornelio Jacobo Drebbel, describe en 1615, en "De la naturaleza de los elementos", como había preparado nitrógeno y oxígeno calentando la salpeter. Eso no es todo, ya que dicha preparación estuvo en el contexto de empleo de aire respirable en un submarino proyectado por él, que con doce hombres, incluido el rey Jaime I, navegó sumergido por el río Támesis desde Westminster hasta Greenwich durante tres horas.

En 1678, el holandés Ole Borch, también lo prepara calentando nitro y lo denomina **NITRUM NON INFLAMMARI**, pero no consigue recogerlo, cosa que si hará 25 años más tarde Stephen Hales, pero como no creía en la existencia de un "espíritu vivificante" en la atmósfera, no lo considerará como algo diferente al aire y por ese motivo el oxígeno como tal no fue aislado antes.

Lo que está perfectamente claro, es que el oxígeno fue preparado por muchos científicos anteriores a Scheele, Priestley y Lavoisier, por este orden, sin haberlo estudiado, aunque se hubieran aprovechado de sus propiedades, y sin que se hubiera reparado en él como elemento químico o sustancia elemental. Vemos pues que el oxígeno recoge la mayoría de sus nombre de dos principios, uno el de entrar en la composición de todos los ácidos, lo cual era falso, según demostró Davy poco más tarde, y otro, el de ser necesario para la combustión y para la vida. El concepto de combustión, sí lo exige, pero actualmente la extensión del mismo, que implica la producción de gases inflamados a partir de sólidos y líquidos, se puede realizar sin necesidad de ese elemento. Por otra parte, se ha demostrado que el oxígeno también puede producir la muerte por su facilidad para generar radicales libres dentro de nuestro organismo, en su transformación a peróxido de hidrógeno, que dañan de forma irreparable las estructuras mitocondriales.

