

ANTONI MARTÍ I FRANQUÈS, UN CIENTÍFICO DE SU TIEMPO

José Antonio Altemir Lascorz

I.- INTRODUCCIÓN

El día 12 de mayo de 1790 Antoni Martí i Franquès leía ante la Junta de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona la que iba a ser su obra más difundida y referida en el ámbito de la química. La tituló “Sobre la cantidad de aire vital que se halla en el aire atmosférico y sobre varios métodos de conocerla”. Antes de él, otros científicos europeos habían abordado el problema de la determinación de la cantidad de oxígeno que hay en el aire atmosférico. Habían seguido diferentes métodos y habían llegado a valores próximos entre sí. Martí Franquès analizó posibles causas de error en las determinaciones anteriores y puso a punto un nuevo método que, por la constancia de los resultados que proporcionaba, podía considerarse más riguroso que los precedentes. En esencia, el nuevo método consistía en poner en contacto una cantidad medida de aire atmosférico con un líquido que los químicos de la época denominaban “hígado de azufre” y que era el resultado de hervir azufre con hidróxido de calcio. En la actualidad, el hígado de azufre podría ser denominado “mezcla de polisulfuros de calcio”. El reactivo, al contacto con el aire, se oxida. En la oxidación se consume el oxígeno contenido en la muestra pero el nitrógeno atmosférico no sufre ninguna alteración. El volumen de oxígeno desaparecido puede entonces determinarse fácilmente midiendo el volumen de agua capaz de entrar en el recipiente. Martí Franquès concluirá afirmando que⁽¹⁾ “en cualquier parte hallarán todos que el aire que respiran está constantemente compuesto de 0,21 a 0,22 de aire vital y de 78 a 79 de mofeta, siempre que se examine con las precauciones que llevo indicadas”.

1. Quintana, Antonio. Memòries de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona. Volum XXIV. Dedicat al Centenari d'Antoni Martí i Franquès. Barcelona 1935, pág. 35.

En el presente trabajo nos proponemos mostrar al químico Martí Franquès como un perfecto hijo de su tiempo, conocedor de la química que se hace en Europa, de las cuestiones claves pendientes de solución, de los debates abiertos, de las dificultades halladas y de las soluciones apuntadas.

II. LA IMPORTANCIA DEL TEMA INVESTIGADO

El problema de la composición del aire llevaba ya varios años ocupando la atención de los científicos europeos que se acercaban a la cuestión motivados por curiosidad científica y también por sentido práctico. En efecto, la salubridad de no pocas instalaciones usadas por públicos numerosos (hospitales, iglesias, salas de espectáculos...) dependían de la denominada "calidad" del aire. Y esa calidad estaba relacionada con sus constituyentes. Queda lejos la filosofía corpuscular que durante el siglo anterior había tratado de referir el comportamiento de las sustancias a las formas y tamaños de sus corpúsculos constituyentes. La química del siglo XVIII se levanta sobre el concepto de sustancia entendida como individualidad, dotada de propiedades que la hacen diferente a las demás sustancias. Bergman lo indica con claridad⁽²⁾: "La química debe indagar las bases o principios que constituyen cada sustancia." Esa indagación permitirá contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la humanidad, permitiendo grandes progresos en ámbitos bien diferentes como la medicina o la agricultura. El químico sueco Scheele abundará en el mismo propósito⁽³⁾: "El objetivo más importante de toda la química es reducir con habilidad cada cuerpo en sus partes constituyentes y descubrir sus propiedades".

También Martí Franquès participará de ese espíritu. En su primera memoria presentada ante la Real Academia de Barcelona en 1787 afirma: "En efecto, esta ciencia que tiene por objeto la investigación de los principios o partes que constituyen los cuerpos naturales..."⁽⁴⁾. Un poco más adelante dedicará el cuerpo principal de la memoria a estudiar la composición/descomposición del agua, la descomposición del espíritu del vino, la composición del ácido vitriólico, la composición del ácido nitroso, la oxidación de los metales, la reducción de los óxidos metálicos, etc. En su segunda memoria, tras exponer con absoluto rigor y gran detalle la parte experimental y las conclusiones científicas de su trabajo, acude enseguida al terreno de los posibles servicios que la química pueda prestar a los hombres. Así estudiará⁽⁵⁾ "[...] las asfixias causadas por el carbón encendido en personas que se hallaban dentro de un recinto angosto y cerrado; las desgracias observadas en cárceles [debidas] a las dificultades en el respirar que pueden tener los miserables, las muertes ocurridas en pozos y en

2. Scheele, Charles-Guillaume *Traité chimique de l'air et du feu*. París 1781, pág. XVI.

3. Scheele. *Op. Cit.*, pág. 45.

4. Quintana. *Op. Cit.*, pág. 12.

5. Quintana. *Op. Cit.*, pág. 33.

parajes cerca de cubas y en profundas minas [...]”. Con el método que él mismo acaba de poner a punto, analizará el aire de “[...] templos de la ciudad de Barcelona, [...], en un estreno en el Teatro Nuevo, [...], en las inmediaciones de las balsas de cáñamo”⁽⁶⁾. Hallará que la proporción de aire vital es siempre la misma, con muy escasas diferencias. Los efectos perniciosos de determinados ambientes no pueden achacarse, pues, a la composición del aire atmosférico. Será necesario, por tanto, referir las nocivas propiedades a otros componentes. Martí Franquès se pregunta⁽⁷⁾ “¿quedarán tal vez aclarados aquellos [efectos perniciosos] por la análisis del agua que anda con el aire?”. Obsérvese la insistencia en la misma idea: las propiedades de un sistema material han de guardar relación con las propiedades de sus componentes.

III. EN EL AIRE HAY VARIOS COMPONENTES

El hecho de que el aire está constituido por varios componentes no ha sido admitido desde siempre. Ya es sabido que algunos filósofos griegos habían catalogado al aire como elemento constituyente de otros cuerpos. Pero todavía en el siglo XVIII hay autores que se resisten a abandonar el carácter elemental del aire. Así sucede con los paracelsianos y también Hales de los que Scheele dice: “[los seguidores de Paracelso] piensan que el aire es inalterable y, con Hales, creen que es susceptible de unirse con otros cuerpos, pero perdiendo su elasticidad que recobrará cuando se separe de ese cuerpo por el fuego o por la fermentación⁽⁸⁾.” Es decir, en el aire atmosférico no cabe hablar de partes o componentes diferenciados. En las combustiones, una cantidad de aire, no diferenciada del resto, se une al combustible perdiendo su elasticidad (es decir, su estado gaseoso). Así explican las disminuciones de aire en las combustiones. Scheele, por el contrario, afirmará que el aire desaparecido en la combustión era una parte diferenciada del aire atmosférico⁽⁹⁾. También Lavoisier, en 1774, contradirá las afirmaciones de los paracelsianos. Tras observar que al hacer arder fósforo en una campana cerrada hay una disminución en torno a la quinta parte del volumen del aire inicial, determina la densidad del aire que hay inicialmente y también la del aire residual tras la combustión. Si hubiera desaparecido una parte indiferenciada de aire, la densidad del gas residual debería ser la misma que la del gas inicial. No ocurre así, sino que la densidad del gas residual es ligeramente inferior⁽¹⁰⁾. Scheele y Lavoisier trabajan bajo un mismo esquema mental: unas propiedades diferentes delatan unas sustancias diferentes. Así, es

6. Quintana. Op. Cit., pág. 34.

7. Quintana. Op. Cit., pág. 35.

8. Scheele. Op. Cit., pág. 49.

9. Scheele. Op. Cit., pág. 50.

10. Lavoisier, Antoine Laurent : Oeuvres de Lavoisier publiées par les soins de son excellence le Ministre de l'instruction publique et des... T I. New York Johnson Reprint 1965. Opuscles physiques et chimiques, pág. 95.

necesario admitir que en las combustiones, a una parte del aire atmosférico le suceden unas cosas diferentes que a la otra parte. Es decir, en el aire hay, como mínimo, dos partes. Otras muchas experiencias contribuirán a confirmar el carácter no-elemental del aire. Scheele narrará algunas de ellas en su Tratado químico sobre el aire y el fuego publicado en 1777 y traducido al francés en 1781. Tras la lectura del tratado de Scheele, Lavoisier escribirá: “De los hechos anteriores, M. Scheele concluye que el aire de la atmósfera está compuesto de dos fluidos elásticos diferentes [...] Sin pretender quitar mérito a las experiencias de Scheele, quiero señalar aquí que yo ya había hecho, desde 1773, una parte de las experiencias que él refiere, concretamente la de la calcinación del hierro por la vía húmeda, en una cantidad dada de aire y que yo había concluido, al igual que él, que el aire de la atmósfera contenía dos fluidos elásticos muy diferentes el uno del otro⁽¹¹⁾”.

La naturaleza compleja, que no simple, del aire estará en el punto de partida del trabajo de Martí Franquès quien ya no se cuestionará que el aire es una mezcla de dos componentes. En la memoria de 1787 escribe⁽¹²⁾: “Esta quinta porción de todo el aire contenido en el dilatado espacio que circunda nuestro globo [...] es propiamente el aire puro, vital y conocido con el nombre de aire desflogisticado desde el Dr. Priestley a quien se debe tan importante descubrimiento.” Y en la primera página de su segunda memoria escribe⁽¹³⁾: “Este examen es el que voy a exponer a V.E. en el presente Discurso, que me conducirá naturalmente a la análisis del aire de la atmósfera [...] contiene siempre dos sustancias aéreas, a saber, aire vital y mofeta”.

IV. LA EXPLICACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMBUSTIÓN DESDE UN MODELO TEÓRICO

En 1779 Scheele escribe “es cierto que cuando el aire puro encuentra una materia inflamable en libertad, se aproxima, se separa del aire viciado y desaparece, por así decirlo, ante nuestra vista⁽¹⁴⁾” y en una nota a pie de página añade “ya he señalado en mi Tratado del Aire y del Fuego de dónde provienen el calor e incluso la luz”. Efectivamente, a lo largo de las páginas de su Tratado, Scheele va desarrollando la misma idea: cuando el aire puro (también denominado aire desflogisticado) se combina con el flogisto contenido en la sustancia combustible, se genera calor y luz que, atravesando las paredes del recipiente, salen al exterior. De manera que la desaparición del aire puro no es tal desapa-

11. Lavoisier. Oeuvres de Lavoisier... T II. Réflexions sur la calcination et la combustion... pág. 392. En una nota a pie de página remite a Opuscules chimiques, chap. VI, exp II y al Recueil des Mémoires de l'Académie por l'année 1776, pág. 69.

12. Quintana. Op. Cit., pág. 13.

13. Quintana. Op. Cit., pág. 21.

14. Scheele. Mémoires de chymie. XI. Expériences sur la quantité d'air pur que je trouve dans notre atmosphere, pág. 3.

rición sino una transformación en calor y luz. Scheele explicará también desde el flogisto las respiraciones animales afirmando que el aire vital es en realidad una combinación de aire fijo (i.e. dióxido de carbono) con algo de flogisto y que lo que sucede en realidad en los pulmones es una pérdida del flogisto que contiene el aire vital formándose así el aire fijo que es expulsado en la espiración. Este esquema explicatorio es contrario al que mantienen otros flogistas como Priestley⁽¹⁵⁾ y muchos otros persuadidos de que el aire vital se flogistica en la respiración⁽¹⁶⁾.

Lavoisier, en varios episodios de su obra, disiente de la explicación que los flogistas dan a la combustión. Pero resulta especialmente significativa la crítica que hace en la memoria titulada “Réflexions sur la calcination et la combustion” leída en 1781 (justamente el año en que el Tratado de Scheele ha sido traducido al francés) donde afirma: “Si M. Scheele hubiera examinado como lo he hecho yo los pesos de las materias que han provocado la disminución del aire [...] se habría dado cuenta de que estas sustancias habían aumentado su peso justamente en la cantidad que pesa el aire que ha desaparecido [...] El aire se combina, se fija, en todas estas operaciones, con los metales, con el azufre, con el fósforo, etc., pasando todas estas sustancias al estado de cales por la adición del nuevo principio⁽¹⁷⁾”. Ahí está el núcleo de la confrontación entre los dos modelos teóricos presentes en la química del siglo XVIII: la química del oxígeno frente a la química del flogisto. Lavoisier censura también otras contradicciones que halla en el discurso de Scheele: si el aire vital es una combinación de aire fijo y flogisto y el calor también resulta de una combinación de aire vital y flogisto, habrá que concluir que allá donde haya aire vital habrá también calor lo cual es contrario a la experiencia “de donde se desprende que independientemente de que el sistema de M. Scheele está apoyado en bases falsas, está constituido por partes absolutamente incoherentes entre ellas⁽¹⁸⁾”.

¿Cómo se sitúa Martí Franquès ante la confrontación entre los dos modelos? A lo largo de la primera memoria, Martí Franquès irá utilizando indistintamente términos flogistas (utiliza en repetidas ocasiones el término aire desflogisticado o aire saturado de flogisto) pero también los equivalentes términos alternativos (aire puro, aire vital...). Al exponer los interrogantes pendientes, se esfuerza en presentar las dos opciones como equivalentes. Pero en no pocas ocasiones Martí Franquès rompe su neutralidad de corresponsal mostrando abiertamente su admiración por los puntos de vista del francés Lavoisier. Así, escribe⁽¹⁹⁾: “[sería deseable...] descubrir un día si realmente existe el tan celebrado principio inflamable conocido desde Sthal con el nombre de flogístico, sin el cual pueden muy bien explicarse al presente todos sus rela-

15. Lavoisier. Oeuvres de Lavoisier... T II, pág. 398.

16. En general, los flogistas consideran que en los productos de una combustión ya no hay flogisto. Y el “aire fijo” es producto de combustiones.

17. Lavoisier. Oeuvres de Lavoisier... T II, pág. 394.

18. Lavoisier. Oeuvres de Lavoisier... T II, pág. 398.

19. Quintana. Op. Cit., pág. 15.

tivos fenómenos según la teórica sublime del Sr. Lavoisier, sin necesidad de recurrir a la existencia de un ente que todavía se disputa. [...] Queda [así] terminada la gran cuestión del flogisto, que lejos de ser una de entre tantas disputas estériles, ha motivado muchas experiencias que nos han producido tal número de importantes hechos que parecen brotar de todas partes.” Ramón Gago escribe: “Al margen de la vida docente, el científico en el que detectamos la aceptación por vez primera de la teoría antiflogística de Lavoisier, es el químico y botánico catalán Antoni de Martí y Franquès⁽²⁰⁾

V. BASES PARA LAS DETERMINACIONES CUANTITATIVAS

Ya en 1772 Priestley medía la “bondad” del aire mezclando un volumen dado del mismo con “aire nitroso” (óxido nítrico) sobre agua⁽²¹⁾. Priestley había comprobado la existencia de alguna relación entre la bondad de un aire y la contracción de volumen que el aire analizado experimenta cuando se pone en contacto con el aire nitroso⁽²²⁾. El método permite comparar las cualidades de dos aires diferentes, pero no permite la determinación de la proporción de oxígeno que tiene un aire determinado, pues el reactivo usado (óxido nítrico) es un gas y Priestley lo introduce en una cantidad no estequiométrica, por lo que en el aire residual puede haber todavía aire vital sin consumir o bien óxido nítrico que haya sido introducido en exceso. Las observaciones de Priestley serán utilizadas por otros químicos como Fontana y también Ingenhouse quienes desarrollarán métodos usando también el aire nitroso como reactivo.

El propio Martí Franquès, en su segunda memoria se encargará de insertar su trabajo experimental en el contexto de los experimentos que otros científicos han realizado en Europa para determinar la cantidad de oxígeno en el aire. En efecto, las siete primeras páginas de su trabajo⁽²³⁾ están dedicadas a analizar otros trabajos y a aportar sugerencias sobre posibles fuentes de errores. Del método seguido por Fontana utilizando el aire nitroso, dirá que permite comparar calidades pero no establecer las cantidades de aire vital presentes en la muestra. Del método de Cavendish que había usado gas inflamable (hidrógeno) como sustancia arrebatadora del oxígeno dirá que a la temperatura que se alcanza en la ignición es posible que algo de la mofeta también se una al aire vital. Del procedimiento seguido por Scheele usando una mezcla humedecida de azufre y hierro, repetirá las objeciones ya puestas anteriormente por Lavoisier y Priestley refiriendo que el ácido vitriólico formado puede atacar partículas de hierro y producir gas inflamable gaseoso que alterará las lecturas eudiométricas.

20. Lavoisier, A. Tratado elemental de química. Ediciones Alfaguara. Barcelona 1982, pág. II.

21. Referido en J.R. Partington. Historia de la química, pág. 129.

22. Al combinarse el “óxido nítrico” con el oxígeno del aire se forman óxidos superiores de nitrógeno solubles en agua, de manera que en la fase gaseosa se observará una contracción de su volumen, tanto mayor cuanto mayor sea la cantidad de oxígeno en la muestra (lo que guarda relación con la “bondad” o “calidad” del aire).

23. Quintana. Op. Cit., pág. 21-27.

Creemos que el antecedente más inmediato del método desarrollado por Martí Franquès es otra memoria publicada por Lavoisier poco después de 1786 titulada “De la descomposición del aire por el azufre, de la formación de los ácidos sulfuroso y sulfúrico y del empleo de los sulfuros en las experiencias eudiométricas”. No conocemos con exactitud la fecha de esta memoria pero hay dos detalles que nos permiten situarla en torno a 1788, es decir, en torno a dos años antes de la memoria de Martí Franquès ante la Academia de Ciencias de Barcelona. Al comienzo escribe Lavoisier: “Ha sido Scheele, cuya pérdida es lamentada por la química, el primero en descubrir esta propiedad del azufre...”. Scheele había muerto en 1786. Un comentario de condolencia solamente tiene sentido si no ha transcurrido un excesivo tiempo desde el fallecimiento. Así, una primera aproximación a la fecha de la memoria sería en los años inmediatamente posteriores a 1786. Por otra parte, a lo largo del trabajo Lavoisier se refiere al H_2SO_4 como “ese ácido, conocido en la vieja nomenclatura con el nombre de ácido vitriólico [y que] se denomina ácido sulfúrico en la nueva”. La nomenclatura nueva ha sido utilizada a partir de 1787. Todo esto nos permite pensar que la memoria ha sido elaborada en torno a 1788.

El tema central de la memoria es estudiar al utilización del azufre en sus diferentes formas como sustancia arrebatadora del “oxígeno” (en esta memoria, Lavoisier ya utiliza esta denominación). Tras exponer las dificultades que entraña la utilización del azufre como tal, Lavoisier escribe: “Hay un medio de aumentar considerablemente la afinidad del azufre por el oxígeno, de fijarlo de manera que no pueda disolverse en el gas azote, de hacer de él un agente propio para experiencias eudiométricas. Ese medio es unirlo a sustancias alcalinas. [...] mientras que solo el azufre tan apenas puede retirar del aire atmosférico la décima parte del oxígeno que contiene, ese mismo azufre, combinado con los álcalis, es decir, en el estado de sulfuro de álcali, lo despoja por entero⁽²⁴⁾”. El propio Lavoisier reconoce que tal hallazgo es debida a Scheele “que ha sido el primero en descubrir esta propiedad del azufre y sus derivados⁽²⁵⁾”. Siguiendo a Scheele, Lavoisier utilizará sulfuros alcalinos y también de cal. He aquí la opinión que le merecen ambos reactivos: “El sulfuro de calcio produce un efecto parecido [al producido por los sulfuros alcalinos], pero no separa tan vigorosamente al aire vital del gas azote. Se acaba de ver que utilizando el sulfuro de potasa la disminución de volumen que experimenta el aire llega justamente hasta la cuarta parte de su volumen inicial, mientras que es solamente la quinta parte si se trabaja con el sulfuro de cal. En la experiencia se forma sulfato de cal y como esta sal es poco soluble en agua [...] a medida que el oxígeno se combina con el azufre y lo convierte en ácido sulfúrico, el sulfato de calcio se precipita como un polvo blanco⁽²⁶⁾”. Lavoisier

24. Lavoisier. Oeuvres de Lavoisier... T II, pág. 717.

25. Lavoisier. Oeuvres de Lavoisier... T II, pág. 717.

26. Lavoisier. Oeuvres de Lavoisier... T II, pág. 718.

termina su memoria diciendo: "Es de desear que algún físico tenga el coraje de emprender, por este método, una serie de experiencias sobre el aire atmosférico recogido en diferentes lugares, en diferentes estaciones, en diferentes circunstancias [...]. He tenido siempre el proyecto de entregarme a estas investigaciones a las que estaba naturalmente conducido por las experiencias que he desarrollado sobre la salubridad de salas de espectáculo y de dormitorios de hospitales, pero no he podido realizar todavía mi proyecto⁽²⁷⁾".

El "físico con coraje" al que se refiere Lavoisier iba a ser Antoni Martí i Franquès que recogerá la idea de utilizar los sulfuros aunque optará por los sulfuros calcáreos y no los alcalinos. En su memoria, Martí Franquès argumentará sobre la conveniencia de utilizar los sulfuros como sustancia arrebatadora del oxígeno⁽²⁸⁾: el hígado de azufre llega a absorber la práctica totalidad del "aire extraído de la pita⁽²⁹⁾".

VI. CONCLUSIONES

En cada uno de los apartados de este trabajo hemos pretendido evidenciar que las aportaciones de Martí i Franquès a la química de su tiempo estaban en perfecta consonancia con las de otros científicos europeos. En el lenguaje utilizado por el filósofo T.S. Khun, podríamos afirmar que Martí i Franquès contribuyó al desarrollo del paradigma de su momento con sus rigurosas y brillantes experiencias pero también con sus discrepancias, señalando errores o sugiriendo correcciones. Fue figura de primer orden entre una comunidad científica que perseguía unos mismos objetivos, que compartía unos postulados muy próximos y que admitían unos interrogantes comunes. Esa caja de resonancia no habría sido posible sin unas ágiles vías de comunicación que permitían saber las cosas que otros hacían y pensaban y comunicar a los otros las cosas que uno hacía y pensaba. Es decir, sin un sentido de complicidad universal frente al gran reto del conocimiento de la naturaleza.

27. Lavoisier. *Oeuvres de Lavoisier...* T II, pág. 723.

28. Quintana. *Op. Cit.*, pág. 27.

29. Martí Franquès había presentado el día 20 de Junio de 1787 ante la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona una memoria titulada "Sobre el aire vital de las plantas y particularmente de la pita". No se conoce el texto de dicha memoria.

BIBLIOGRAFIA

- LAVOISIER, Antoine Laurent: *Oeuvres de Lavoisier publiées par les soins de son excellence le Ministre de l'instruction publique et des...* T I-V. New York Johnson Reprint 1965.
- LAVOISIER, A.: *Tratado elemental de química*. Ediciones Alfaguara. Barcelona 1982
- METZGER, Hélène: *Les Doctrines chimiques en France du début du XVIIe à la fin du XVIIIe siècle*. Paris Albert Blanchard 1969
- METZGER, Hélène NEWTON, Stahl: *Boerhaave et la doctrine chimique*. Paris : Albert Blanchard, 1974
- MIELI, Aldo: *Lavoisier y la formación de la Teoría química moderna*.
- PARTINGTON, J. R.: *Historia de la química*. Buenos Aires, 1945.
- QUINTANA, Antonio: *Memòries de l'Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*. Volum XXIV. Dedicat al Centenari d'Antoni Martí i Franqués. Barcelona, 1935.
- SCHEELE, Ch.: *Traité chimique de l'air et du feu*. Paris, 1781.
- SCHEELE, Ch.: *Memoires de chymie*
- TAYLOR, Clara M.: *The discovery of the nature of the air*. (Classics of the scientific method), 1923.