

LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN EL SIGLO XVIII. LOGROS EN QUIMICA

María Luz DE LA CALLE

Cátedra de Física y Química; E.U. de Magisterio de Oviedo

1. Introducción

Los grandes descubrimientos y las figuras más importantes del ámbito de la ciencia, no pertenecen a este siglo precisamente; Copérnico, Galileo, Newton o Boyle son anteriores y Faraday, Dalton o Einstein pertenecen a la ciencia contemporánea.

El papel de los Físicos y Químicos del s. XVIII consistió, en unos casos, en desarrollar, sistematizar y divulgar los logros anteriores y en dar los primeros pasos, en otros. Un estudio de la situación de las ciencias en ésta época, nos permite apreciar rasgos originales que prefiguran la ciencia contemporánea.

Trataremos, primero, de hacer un breve recorrido por el mundo que rodea a los científicos de este siglo, para después describir los intentos, no siempre afortunados, de avanzar en el confuso panorama de la Química.

2. Algo sobre la ciencia y los científicos del s. XVIII

El lugar de intercambio y difusión de ideas, más que la Universidad, son las Academias. De 1657 data «L' academia del Cimento» en Italia; la Academia de Ciencias francesa y la Royal Society de Londres existían desde el último tercio del s. XVII; la de Berlín es de 1710, S. Petersburgo de 1724, Estocolmo de 1739 y Copenhague 1745. Como las Academias publican sus actas, se forma una comunidad internacional de científicos que encuentra problemas de comunicación, por el idioma y por la falta de un sistema de unidades de medida racional e igual para todos.

El enciclopedismo y el afán por aprender que se observa en la abundancia de cursos, libros y otras manifestaciones científicas, son rasgos típicos del s. XVIII. La cooperación, cada vez mayor entre ciencia y técnica, que dado el enfoque empirista de las ciencias, obliga a desarrollar una instrumentación científica imprescindible. Es frecuente el artesano que realiza investigaciones importantes. Buen ejemplo de esta forma de trabajo es la de los hermanos

Montgolfiere, que consiguieron el primer vuelo tripulado en 1783, mediante un globo de aire caliente; eran fabricantes de papel, pero les gustaba la Química y seguían de cerca los trabajos de Black y Priestley sobre gases.

El científico que investiga a su manera, sin apenas formación académica, también abunda. Citemos en el campo de la Química a Priestley cura extremista que trabajaba con gases; Cavendish, rico y excéntrico personaje que sólo vivía para la ciencia; Lavoisier, concesionario de impuestos reales que gastaba sus beneficios en revolucionar la Química. El científico profesional, especializado, propio de los siglos XIX y XX va perfilándose lentamente.

Las demostraciones científicas eran del gusto de todos. A veces eran multitudinarias, como la que hizo el físico Charles volando durante dos horas ante 300.000 personas. Otras tenían lugar en ambientes reducidos y cultos: la nobleza, el clero y la burguesía se sentían tan atraídos por los experimentos con la Química o la Electricidad que las realizaban en sus reuniones sociales. plazas públicas eran escenario, a menudo, de experimentos hechos por personas que se ganaban la vida mostrándolos ante un buen número de aficionados. Rouelle, maestro de Lavoisier, enseñaba química con bastante éxito, mediante lecciones experimentales que daba al aire libre.

Podemos decir que la ciencia del siglo XVIII se caracteriza por el racionalismo y el empirismo; por el respeto nulo a la autoridad (religiosa o no) y por la autonomía del pensamiento científico.

En Astronomía y Mecánica serán imprescindibles las Matemáticas que permiten entender el Universo y ordenar los conocimientos experimentales para deducir nuevas observaciones y predicciones.

El método por excelencia será el experimental, valorándose el espíritu de conjetura «que sirve para guiar la actividad investigadora» y el espíritu de analogía, «útil para ver más allá de lo que la naturaleza quiere mostrarnos, previendo lo que va a ocurrir antes de que suceda».

3. El nacimiento de la química

A comienzos de siglo la Química permanece aún liberándose del lastre de la alquimia, siendo los cuatro principios aristotélicos un esquema explicativo muy frecuente todavía. Por ejemplo, Buffón, naturalista francés de la época, opina que «el fuego y la luz con la ayuda del aire, producen todos los efectos del flogisto» y por tanto no será un nuevo principio simple. Pero una intensa actividad, centrada en la teoría de la combustión, la afinidad y las propiedades de los gases, dará lugar a la transformación radical de las ideas de los químicos; transformación que encontrará su expresión más depurada en la obra de Lavoisier a finales de siglo.

Analizaremos la situación química desde tres cuestiones que destacan sobre las demás: el estudio y descubrimiento de gases, la teoría del flogisto y la explicación de la afinidad química.

—LA TEORIA DEL FLOGISTO:

Las antiguas ideas sobre la combustión se reformulan en la teoría del flogisto de Stahl: para él, los objetos combustibles contienen un principio inflamable o «flogisto» que durante la combustión pasa al aire, quedando un residuo o ceniza. El aire es el vehículo para que el flogisto pase de unos cuerpos a otros y de él lo toman animales y vegetales (por eso el carbón vegetal es combustible). Combustión de la madera, oxidación o enmohecimiento de metales, tienen para Stahl la misma explicación. Pero resulta difícil explicar porqué en la combustión el flogisto se libera de forma tan rápida que su paso calienta los alrededores haciéndose visible como llama.

La cuestión que se descuidaba eran los pesos. Al quemar un metal, la cal resultante pesa más (y esto a pesar de desprenderse el flogisto) y al arder la madera, en cambio, las cenizas pesan menos. ¿Habría dos flogistos, en unos casos positivo y en otros negativo, o era por el contrario un principio físico sin peso?. La confusión de los químicos queda reflejada en el artículo «Flogisto» de la Enciclopedia donde Morveau explica que «para unos es un compuesto de fuego y tierra vitrificable; para otros es la pura esencia del fuego, un ente simple, independiente de las propiedades de la sustancia en que se encuentra... es a estas sustancias (el flogisto) lo que el disolvente es a las sustancias que ataca, lo que el mercurio es al oro en la amalgama...». El autor insiste más en que «es la cuestión más difícil e importante del momento, de la que depende el progreso de nuestros conocimientos».

A pesar de las dificultades, la teoría tiene amplia aceptación, ya que es sencilla y explica muchos procesos. Así, la reducción de las menas con carbón vegetal para dar un metal se debía al paso de flogisto del carbón al mineral. Esto equivalía a suponer que el metal es un compuesto, mientras que el óxido sería un elemento (tierra). Será Lavoisier quien afirme: «La calcinación no es el resultado de una pérdida del misterioso flogisto, sino ganancia de algo tangible y medible: una parte del aire» (que enseguida llamará oxígeno).

Así se pone fin a una teoría que inicialmente fue aceptada por todos los científicos del momento, menos por el influyente médico holandés Boerhaave, para quien el aumento de peso que se producía en los fenómenos de calcinación era debido a las pequeñas partículas que penetraban en los materiales procedentes del fuego (fuego = sustancia material). Boyle también fue de esta opinión, y así, fuego, calor y luz llegaron como sustancias materiales hasta el siglo XIX cuando aparece el concepto moderno de energía.

—LA AFINIDAD

Ya Boyle, en el «Químico escéptico», escrito un siglo antes, desterraba las fuerzas amor-odio como explicación de la afinidad de las sustancias. Ahora se buscan mecanismos como el de Lémery para justificar la unión ácido-base: los ácidos eran unas sustancias con ganchos salientes como púas, que clavaban en las bases, sustancias esponjosas. A partir de Newton, los químicos piensan en aplicar su teoría y la afinidad pasa a verse como «la fuerza atractiva de que está dotada toda partícula material, única causa de todas sus reacciones físicas».

y químicas». Según Morveau (artículo «Afinidad» de la Enciclopedia), éstas atracciones varían de una sustancia a otra debido «a las formas de las partículas, que determinan la distancia a la que pueden aproximarse». También se distingue entre afinidad, que da lugar a los compuestos, y agregación, que origina mezclas; se ve en la afinidad la causa de todas las reacciones químicas, puesto que «no se limita a unir los cuerpos simples... sino que puede ocurrir que una sustancia simple tenga afinidad por parte, toda o nada de una sustancia compuesta».

Bergman, uno de los investigadores, sueco, que con los alemanes cultivaron más la Química Inorgánica y el estudio de los minerales, hizo aportaciones interesantes en éste punto: distinguía entre atracciones de agregación (mezclas) y atracciones de composición (compuestos).

A finales de siglo se habían elaborado tablas de afinidad que expresaban la capacidad de reacción y predecían otras posibles, basadas en la experiencia real del laboratorio. También se hacen medidas de la afinidad de un ácido por distintas bases, aunque con métodos poco precisos y reproductibles. Puede decirse que la teorización procede del trabajo experimental, y al mismo tiempo, lo guía.

—ESTUDIO DE LOS GASES

La escuela sueca, el grupo inglés y el francés, los tres núcleos más importantes de la química, se encuentran en éste momento, verdaderamente relacionados y preocupados por un tema: los gases. De éste campo de actividad procede el descubrimiento de nuevos elementos (hidrógeno, oxígeno, nitrógeno) y el definitivo hundimiento del esquema aristotélico.

Trabajos anteriores sobre gases habían sido realizados por Boyle, Vant Helmont (fundador de la llamada «química neumática», para quién los gases no podían intervenir en las reacciones) y Hales. Black, calentando carbonatos, obtuvo un gas al que denominó «aire fijo» porque podía ser fijado por un sólido dando un producto nuevo. Más tarde lo identificaría en los productos de la combustión del carbón, en la respiración y la fermentación (se trata del CO₂).

También obtuvo éste gas Cavendish, quién haciendo pesadas rigurosas comprueba que es 1,4 veces más pesado que el aire. Por la acción de ácidos sobre metales obtiene un gas inflamable 11 veces más ligero que el aire; después, sorprendido, observa que el producto de su combustión es agua. Se plantea la duda de si será flogisto puro. Estaba claro que ni el agua ni el aire podían ser elementos simples, pero Cavendish se empeñó en interpretar los nuevos resultados a la luz de las ideas que no acababa de desterrar.

Algo parecido le ocurre a Priestley, que descubrió el oxígeno por descomposición del óxido rojo de mercurio: lo denominó «aire desflogisticado», porque favorecía la combustión.

El grupo sueco tenía un brillante representante que dominó el tema de los gases, el boticario Scheele, que descubrió el oxígeno en 1771 y el nitrógeno en 1772, posiblemente antes que Priestley y Rutherford. (también destacó en

análisis cualitativo y cuantitativo de minerales y descubrió varios ácidos orgánicos).

Todo este trabajo desorganizado, esta dificultad para desligarse de ideas claramente insuficientes ante los nuevos datos, se refleja en las palabras del propio Priestley, para quién los descubrimientos se deben «más a lo que llamamos casualidad, esto es, a la observación de sucesos que surgen de causas desconocidas, que a algún propósito o teoría determinada». La misma insatisfacción metodológica se observa en la Enciclopedia, pues en el artículo «Química» podemos leer que «la manera de filosofar de la Química es confusa, parecida a las mezclas que trata». Pero ve que la salida está en el enfoque experimental «tal como se sigue en las lecciones públicas que los químicos interesados en el progreso ofrecen desde hace algunos años en las principales ciudades europeas». No faltaba, sin embargo, quienes consideraban la ciencia como un esquema infalible, en perfecto y continuo avance.

—LA REVOLUCION DE LAVOISIER

El experimento de Priestley admite una explicación que hoy parece muy sencilla: el óxido de mercurio libera el oxígeno por la acción del calor quedando mercurio metálico. Claro que para verlo así es necesario pensar que la tierra no es un elemento, que los metales no son compuestos, que el aire es una mezcla de distintos gases, que el flogisto no existe en absoluto... justo lo contrario de lo que se pensaba entonces.

Lavoisier explica la combustión como combinación de un elemento con el «aire desflogisticado», que él llamará oxígeno: La evidencia de los hechos y sobre todo los argumentos cuantitativos de Lavoisier, se hicieron irresistibles. La balanza pasó a ser el instrumento clave del laboratorio y la idea de la conservación de la materia pudo servir de guía inequívoca en los experimentos gracias a su propiedad universal, el peso (también triunfo de Newton).

El lenguaje de la química: no menos importante fue la contribución en este terreno. En 1787, junto con Berthollet, Fourcroy y Morveau, crea el Método de Nomenclatura, que en buena parte es el que se utiliza actualmente. Por contraposición a los extraños nombres heredados de la alquimia, designan las sustancias simples con palabras sencillas que indican algunas de sus propiedades (hidrógeno = productor de agua). Se clasifican los compuestos dando a cada clase un nombre, óxido, ácido, que se relaciona con un componente o con una propiedad común al grupo. Cada compuesto lleva el nombre de su clase más el del elemento particular que lo forma (óxido de zinc). Se idea un sistema de sufijos para el caso de que un mismo elemento forme varios compuestos similares (ácido sulfuroso, ácido sulfúrico).

El punto crucial en la historia de la Química se sitúa en 1789, con la publicación por Lavoisier de su «Tratado elemental de Química». Se incluye una lista de 33 sustancias consideradas simples; éstas constituyen el núcleo principal del actual sistema de elementos; sólo habría que excluir «luz» y «calórico» (único resto de los antiguos principios) y alguna sustancia que después se vió que era compuesta. La primera publicación especializada «Anales de Química» aparece también en esta fecha.

Resumiendo: Lavoisier dota a la química de un lenguaje, un método y un objetivo precisos; reúne y sistematiza los trabajos que de forma anárquica fueron apareciendo durante el siglo XVIII; crea esta ciencia en el sentido actual, aunque no sea el descubridor de sus leyes básicas.

NOTAS

- Asimov, I.; «Breve historia de la Química», Alianza, 1979.
- Bernal, J.D.; «Historia social de la Ciencia», Ed. Península, 1967.
- Blay, M.; «L. Euler: Un punto culminante en el pensamiento científico del s. XVIII», Mundo Científico, 3, 1019. 1983.
- Crosland, M.; «Lavoisier el olvidado», Mundo Científico, 3, 868. 1983.
- Hull, L.W.H.; «Historia y filosofía de la ciencia», Ariel, 1981.
- Leicester, H.M.; «Panorama histórico de la Química», Alhambra, 1967.
- Scott, A.F.; «La invención del globo aerostático y el nacimiento de la Química», Investigación y ciencia, Abril, 1984.
- Tavard, C.; «El bicentenario de los globos aerostáticos», Mundo Científico, 3, 860. 1983.
- Los artículos citados en el texto son de «L'Encyclopédie», de Diderot y D'Alembert.