

**LAVOISIER: EN EL BICENTENARIO
DE SU MUERTE**

JUAN MACÍAS GARCÍA

Inspector Educación (Badajoz)

SUMMARY

Motivated by the bicentenary of the death of Lavoisier founder of modern chemistry and creator of physiology in this paper attention is paid to his life, work and of the legacy he left behind which is of such importance to the sciences, with his conceptual system, qualitative language and precision of his quantitative method.

El pasado 8 de mayo de 1994 se cumplió doscientos años de la muerte del mayor químico que la Francia del siglo XVIII ha dado a la ciencia y uno de los más destacados de todos los tiempos.

Confieso que siempre he sentido una especial predilección por este gran sabio, considerado como paradigma del científico. Recuerdo con agrado las palabras de D. Carlos Nogareda Domenech, catedrático de Química Física en la Universidad de Salamanca hasta 1970, cuando decía: *Hay hombres de ciencias que se caracterizan por su cerebro, otros por sus "manos", pero que difícil es encontrar en una misma persona las cualidades de "manos" y cerebro.* Pues bien, A. L. Lavoisier se le puede catalogar con toda justicia como uno de estos raros ejemplares que aparecen de tarde en tarde y que sus descubrimientos les hacen brillar con luz propia. Sirvan estas líneas como recuerdo y homenaje a tan insigne "théoricien et expérimentateur".

1.-VIDA

Los Lavoisier eran originarios de Villers-Cotterets. Los antepasados del científico francés fueron primitivamente, comienzo del siglo XVII, destajistas y jornaleros, ascendiendo en pocas generaciones a la pequeña burguesía e integrándose rápidamente en las filas de la magistratura. Tanto su abuelo como su padre fueron procuradores.

En 1741, su padre abandonó la región de Soissons y se instaló en París, donde conoció a Emile Punctis, hija de un abogado parisino, con la quién contrajo matrimonio. De esta unión nacieron dos hijos: Antoine-Laurent y Marie-Marguerite-Emilie.

A. L. Lavoisier vino al mundo el 26 de agosto de 1743, en una casa situada en el callejón sin salida de Pecquet, parroquia de Saint-Merry, París. A los siete años perdió a su madre y se fue a vivir a la mansión de su abuela, donde su joven tía Constance Punctis se encargó de educarlo. Antoine-Laurent siempre conservó un profundo afecto hacia ella.

La posición desahogada de su familia le permitió tener acceso a una

educación esmerada. Cursó sus primeros estudios en el Collège des Quatre Nations, más conocido por el nombre de su fundador, el cardenal Mazarin, donde demostró ser un brillante alumno que sobresalió en la retórica, los clásicos y la composición. Comenzó estudiando humanidades, para dedicar el último año de colegial a las matemáticas y a la física bajo la dirección del astrónomo abate La Caille. Más que por tradición familiar, obligado por las circunstancias, por aquel entonces en el Antiguo Régimen la carrera científica quedaba prácticamente descartada, cursó Leyes. Comenzó la carrera de abogado en 1761, es Bachiller en Leyes el 6 de septiembre de 1763 y finalizó estos estudios el 26 de julio de 1764, con la obtención del grado de licenciado.

Durante el tiempo dedicados al aprendizaje de la abogacía, participa en concursos organizados por Academias de provincia, iniciando así su actividad en el campo de la literatura, pero su relación con el mineralogista Jean-Etienne Guettard y las clases de química de Gillaume-Francois Rouelle, miembro asociado de la Academia de Ciencias y profesor demostrador lleno de inspiración, que atraía en su casa de la calle de Jacob a los grandes señores amigos de las ciencias y los "espíritus ilustrados", orientaron su vida hacia la investigación científica.

Antes de polarizar su trabajo a la resolución de problemas de índole química, Lavoisier concentró su atención en trabajos geológicos bajo la dirección de Guettard, doctor regente de la Facultad de Paris y miembro de la Academia de Ciencias, amigo de la familia, por el que sintió un profundo afecto que nunca quebrantó, hasta el punto que cuando Guettard, que había perdido su plaza de conservador de las colecciones del Duque de Orleáns en el Palacio Real, se vio en la necesidad de vender su biblioteca, se ofreció a comprarla con la condición de que su dueño conservase los libros durante toda su vida.

Lavoisier fue un ciudadano de gran espíritu público que participó en muchos consejos y comisiones creadas para mejorar las condiciones del pueblo. En 1.764 decidió participar en la convocatoria de un premio, con una recompensa de dos mil libras, con vistas a proporcionar el "mejor medio para iluminar de noche las calles de una gran ciudad, combinando conjuntamente la claridad, la facilidad de servicio y la economía". Los trabajos debían ser juzgados por la Academia de Ciencias. La memoria de Lavoisier de más de setenta páginas no consiguió el premio, sin embargo la calidad del trabajo presentado le valió la concesión de una medalla de oro que le fue entregada por el rey Luis XV en la sesión pública de la Academia del 9 de agosto de 1.766. Como reconocimiento al estudio realizado, fue citado por primera vez en las gacetas: *Avant-Coureur* y *Journal des Savants*.

Dos años más tarde, principios de 1768, quedó vacante una plaza en

la Real Academia de Ciencias (Académie Royale des Sciences) por fallecimiento del químico Baron. Lavoisier, que había sido recomendado por Guettard a sus colegas, destacando las cualidades excepcionales que demostraba su alumno y amigo, fue propuesto como candidato para ocuparla. En la votación de los académicos, celebrada el 18 de mayo, obtuvo mayoría de votos, aunque pequeña, sobre la candidatura del ingeniero de minas Antoine-Gabriel Jars, que obtuvo el resto de los votos. Como la Academia poseía solamente el derecho de presentación, era necesario que el Rey confirmase la elección, Luis XV se inclinó por Jars, por ser mucho mayor que Lavoisier y querer así reconocerle los servicios prestados al Estado, para cubrir la plaza vacante. De todas formas y por dispensa especial, reconoce a Lavoisier como persona muy distinguida, le nombra "adjunto químico supernumerario" en la misma sección e indica que "cuando quede vacante otra plaza en la misma no se hará nueva elección". En 1772 pasó a ser miembro asociado.

En aquellos tiempos la Academia de Ciencias estaba constituida por: los honorarios, escogidos entre los grandes "señores", los pensionistas, que recibían unos emolumentos, los asociados y los adjuntos.

En la sesión de la Academia del 1 de junio siguiente tomó posesión de su plaza de adjunto. A partir de ese momento, Lavoisier será uno de los miembros con más activa participación en las tareas académicas. A ello contribuyó la amplitud de sus conocimientos, su capacidad de trabajo y sus dotes de escritor, actuando en múltiples ocasiones como secretario de comisiones constituidas dentro de la Real Academia hasta su supresión en 1793 por el gobierno revolucionario. En ella presentó la mayoría de sus memorias científicas y redactó multitud de informes sobre los más diversos temas: industriales, de bienestar público, de higiene social, de reforma de prisiones, de curanderismo (mesmerismo), etc.

Para poder disponer de dinero para sus investigaciones compra su participación, 500000 libras, en la Ferme générale (granjeros de hacienda o hacienda tributaria), poco antes de ser admitido como miembro de la Academia, gracias a la herencia que recibió al morir su abuela, aceptando la invitación de quién después se convertiría en su suegro. La Ferme era una corporación privada que se ocupaba de cobrar para el gobierno los impuestos sobre la sal, el tabaco y otras mercancías, pasando luego a aquel una suma fija. Cualquier excedente sobre esa cantidad se la embolsaba la compañía. La rentabilidad de la sociedad estaba supeditada básicamente a una hábil administración y también en este campo de las finanzas Lavoisier dejó constancia de su talento. Las tareas administrativas le permitió, en sus viajes de inspección por las provincias, tomar contacto con otras academias científicas de Francia y colaborar con ellas presentando algunos trabajos.

A finales de 1771 se casó con Marie Anne Pierrette Paulze, única hija de Jacques Paulze, uno de los directores generales de la Ferme, la cual era joven (solo tenía catorce años), guapa, vivaz e inteligente, que pronto se convirtió en una excelente colaboradora de su marido, le tradujo del inglés los trabajos de química que aparecieron en esta lengua, que Lavoisier ignoraba, y le dibujó todas las ilustraciones de sus libros y trabajos. Fue un espléndido matrimonio de amor, Antoine-Laurent era un hombre delgado, alto, apuesto y muy codiciado, aunque ella nunca dejó de ser la hija de un importante recaudador de impuesto.

A instancia del estadista A.R.J. Turgot estudió las salitrerías y la producción de pólvora, explotadas por una compañía financiera encargada por contrato de los suministros al Estado, para mejorar la producción y abaratar los costes. Como colofón a su trabajo sugirió que el Estado debía hacerse cargo de todo lo concerniente a la producción de pólvoras y salitres. En marzo de 1775, Lavoisier, junto a otros tres directores, pasó a encargarse del gobierno de la Régie des Poudres (Compañía de las pólvoras).

Con su empleo estatal, Lavoisier fijó su residencia en el Arsenal Real y aquí montó su excelente laboratorio privado, dotado con los mejores equipos para la investigación química, tenía las balanzas más sensibles de su época, (gracias a su matrimonio, sus trabajos y sus inversiones, ganó mucho dinero, llegó a conseguir cien mil libras en un año), que fue envidia de sus compañeros científicos, e hizo de su casa un célebre centro de reunión donde se daban cita los sabios de su tiempo.

Como Regisseur des Poudres hizo estudiar, en la fábrica de Essonnes, el mejoramiento de la calidad de la pólvora negra (artículo de vital importancia para la defensa nacional) y sugirió el empleo del viento para accionar los molinos utilizados para su fabricación, hasta entonces movidos manualmente. (Un joven ayudante de Lavoisier en el Arsenal, E. I. du Pont, emigró a América, y en 1802 comenzó a fabricar pólvora a orillas del Brandywine River, situado en Delaware. La aventura prosperó, fundando así una de las industrias más importantes de los E.E.U.U.). Consiguió que se quintuplicara en Francia la producción del nitro o salitre (nitrato de potasio), mediante el desarrollo y perfeccionamiento de las salitrerías artificiales.

Lavoisier, dotado de excepcional capacidad de trabajo, pudo desempeñar importantes funciones públicas sin merma de su aplicación a los problemas de la química. Nunca fue un científico de dedicación plena. Su esposa relata que pasaba un día entero por semana en el laboratorio, pero que normalmente realizaba sus investigaciones por la mañana temprano o por las noches. Aunque su tiempo era limitado, no ocurría lo mismo con su energía. Sus aportaciones fuera del campo de la química son muy interesantes: excelente economista, dió prueba de ello con su estudio "De la richesse territoria-

le du Royaume de France"(De la riqueza territorial del reino de Francia), proponiendo un plan para la percepción de impuestos y sentando las bases de una teoría moderna de la renta nacional; en el campo de la agricultura trabajó para su modernización, con investigaciones que llevaron aparejadas importantes desembolsos, como los realizados en su finca de Frechines, cerca de Blois, que le permitieron doblar la producción de cereales y establecer una pequeña granja experimental modelo; en el terreno de la enseñanza fue el principal redactor de las "Reflexions sur l'Instruction Publique" (Reflexiones sobre la enseñanza pública), donde señala los fundamentos de la nueva orientación dada a los estudios.

Políticamente fue "liberal" y filosóficamente "librepensador". Fue elegido diputado suplente por la nobleza de Blois en los Estados Generales (mayo 1789). Ese mismo año pertenece a la Guardia Nacional por el distrito de Arsenal y es designado miembro de la Comuna de París. Posteriormente es nombrado director de la "Caisse d'Escompte" y secretario de la Tesorería Nacional. En 1791 abandona la "Régie des Poudres" al ser nombrado tesorero de la Academia. Intervino en la confección del sistema métrico de pesas y medidas, colaborando con R. J. Hauy en la determinación del valor del gramo.

2.-MUERTE

El principio de su fin se inicia con la Revolución francesa (1789), y aunque el desarrollo de ésta es lento va adquiriendo con el paso del tiempo una enorme violencia. Por esa fecha nada hacía prever que su vida, hasta entonces tranquila, iba a tomar un giro trágico.

Su pertenencia a la alta burguesía liberal que acogió con simpatía las primeras transformaciones realizadas por los nuevos gobernantes, su reconocido prestigio y su espíritu ciudadano (basta recordar su trabajo sobre el sistema métrico, tan conforme con las ideas revolucionarias) no fueron suficientes para escapar del triste final que tuvo, por dos equivocaciones.

La primera, el formar parte de la sociedad Ferme Générale. Los recaudadores de esta corporación privada exigían hasta el último céntimo, y como es natural, los trabajadores, agricultores y las clases medias los odiaban. Lavoisier estuvo en realidad ajeno a la recaudación directa de los impuestos y se dedicó a ser un mero administrador. Sus negocios estaban en orden y el dinero que ganó lo utilizó en enriquecer su excelente laboratorio.

La segunda, relacionada con la Academia de Ciencias a la que pertenecía Lavoisier desde 1768. Doce años después, 1780, un periodista que se les daba de científico, Jean-Paul Marat, solicitó su ingreso en la Academia

presentando la memoria: "Investigaciones físicas sobre el fuego", con aportaciones caseras y sin valor alguno. Antoine-Laurent informó desfavorablemente acerca de las aptitudes del señor Marat, y no se le aceptó. Fue éste un acto de consecuencias funestas, el ambicioso periodista, ofendido, juró vengarse de Lavoisier. Años más tarde, 1792-1793, Marat, que era entonces uno de los caudillos de la Revolución Francesa y director de un periódico, acusó al científico francés de ser "un charlatán", "un compañero de los tiranos y discípulo de los pillos" y "un enemigo de la Revolución". Estas acusaciones que parecían absurdas arraigaron en la histeria del movimiento revolucionario.

En 1792 los acontecimientos comenzaron a precipitarse; la monarquía fue abolida, y en enero de 1793 rodaba la cabeza de Luis XVI y María Antonieta; las sociedades científicas, Academias, del antiguo régimen se suprimieron el 8 de agosto, a pesar de los heroicos esfuerzos de Lavoisier para evitarlo, y el 24 de noviembre la Convención ordenó el arresto de todos los miembros de la "Ferme Générale". En el transcurso de una discusión sobre las cuentas de las compañías de finanzas, Bourdon de l'Oise sentenció: "He aquí que por centésima vez se habla de las cuentas de los arrendatarios generales; pido que esas sanguijuelas públicas sean detenidas y que, si sus cuentas no son entregadas en el plazo de un mes, la Convención los entregue al cuchillo de la Ley". En el momento de ser detenido Antoine-Laurent alegó que no estaba metido en política, que el dinero ganado lo había destinado a costear sus experiencias científicas, "soy un científico", exclamó.

Después de cuatro meses de arresto, que aprovechó para corregir las pruebas de las Mémoires de Chimie, que editaría su esposa hacia 1803, Lavoisier compareció, en la mañana del 8 de mayo de 1794, junto con treinta, de los treinta y dos acusados, ante el tribunal. El trigésimo segundo, un tal Verdun, había sido tachado de la lista por Robespierre, al ser conocido suyo. En el curso de la audiencia, Gilbert Liendon, sustituto, que desempeñaba las funciones de acusador público, dio lectura a un decreto de la Convención promulgado aquel mismo día y por el cual tres de los arrendatarios generales eran excluidos de los debates.

Después de las intervenciones del acusador público y de cuatro defensores designados de oficio, cerrados rápidamente los debates, el juicio había sido una farsa, el jurado unánimemente emitió un veredicto de culpabilidad. Los condenados poco después fueron entregados al verdugo. En la plaza de la Revolución, la tarde del 8 de mayo, se cumplió la sentencia. Guillotinados por orden de su inscripción en el acta acusatoria, Lavoisier, que era el cuarto, antes de sufrir la ejecución vio decapitar a Jacques Paulze, su suegro.

A Coffinhal, que presidía el tribunal que le condenó, se le atribuye la frase apócrifa: " La République n'a pas besoin des savants" (La República no necesita de sabios)," que la justicia siga su curso",cuando sus amigos apelaron alegando sus aportaciones científicas.

Al día siguiente, el ilustre matemático y astrónomo francés J. L. Lagrange, lamentando lo ocurrido a su amigo, dijo a su ayudante Delambre : " Bastó un momento para cercenar su cabeza, y cien años probablemente no serán suficientes para dar otra igual ".

Apenas diez semanas después de su muerte,Robespierre, Coffinhal y muchos otros, fueron decapitados y acabó el terror. Su nefasto enemigo, Marat, había sido asesinado con anterioridad a su ejecución, julio de 1793.

Tras la muerte del científico francés fue su viuda quien, por sus propios medios, más contribuyó a exonerar la memoria del gran químico y a recuperar los aparatos y documentos de su marido, que le habían sido confiscado cuando estuvo detenido.

3.-TRABAJOS Y OBRAS

Para valorar la aportación de A. L. Lavoisier al mundo de las ciencias es necesario situarse en la segunda mitad del siglo XVIII, caracterizada por la confusión existente en el pensamiento químico. Se desarrollaban lentamente las teorías químicas, a menudo incorrectas, cuando no inconsistentes, como la del flogisto. Los químicos aceptaban, en general, la naturaleza material de los átomos y sus propiedades específicas individuales, pero cada cual intentaba explicar las reacciones químicas y los compuestos según su forma de pensar e interpretar. La obra de Lavoisier deshizo este caos y colocó a la química sobre una base esencialmente moderna y cuantitativa.

De 1763 data su primer trabajo científico sobre la aurora boreal observada en Villers Cotterets, el 24 de octubre del mismo año, en el transcurso de las observaciones meteorológicas que efectuaba en el domicilio familiar por indicación del abate La Caille. Informe que será recogido en el tomo de sus Obras editado por Dumas el 1868.

Como resultado de las investigaciones geológicas realizadas bajo la dirección de J. E. Guettard fueron dos memorias, las primeras de carácter químico, sobre la composición y solubilidad del yeso. La primera titulada "Análisis del Yeso" la presentó en la Academia de Ciencias el 27 de febrero de 1765 y fue juzgada digna de aparecer en sus colecciones periódicas , apareciendo impresa en 1768 en el tomo V de las "Memorias de Matemáticas y de Física presentadas a la Real Academia de Ciencias por diversos sabios y

leídas en sus asambleas". Fue el comienzo de una larga colaboración que se prolongó durante veinticinco años. En su trabajo mostró que la única diferencia entre el yeso cristalizado y el yeso en polvo residía en el agua de cristalización, siendo ambas formas interconvertibles por ganancia o pérdida de agua.

En 1767 acompañó, a título de colaborador y secretario, a Guettard en sus viajes para la confección del mapa geológico y mineralógico de Francia. En sus expediciones, provisto de numerosos instrumentos físicos de medidas como barómetros, termómetros, higrómetros, etc., realizó mediciones de alturas de montañas, del espesor y dirección de los estratos y confeccionó los correspondientes croquis y planos. En su periplo geológico participó en la confección de, al menos, 16 mapas. Con la caja de reactivos que siempre llevaba consigo, pudo llevar a cabo gran número de análisis de aguas minerales y redactó una larga memoria sobre el tema que expondría más tarde ante la Academia de Ciencias.

En 1770 afronta el problema de los elementos, cuando estaba ocupado en investigaciones conducentes a determinar el grado de pureza que el agua podía obtener por medio de repetidas destilaciones. Por entonces aún quedaban reliquias de la teoría de Aristóteles de los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego, y las cuatro cualidades primarias: caliente, frío, seco y húmedo, que avalada por su gran autoridad, había servido a la alquimia como idea directriz. Según esta vieja concepción, el agua (mezcla de frío y humedad) se transformaba en tierra (mezcla de frío y sequedad) calentándola durante mucho tiempo. Científicos de la talla de Van Helmont, Boyle y Newton la habían defendido. Esto aparentaba ser así porque sus predecesores habían observado que en un recipiente de vidrio el agua pura, después de la evaporación, dejaba residuos terrosos y habían deducido de aquí que parte del agua se transformaba en tierra.

Lavoisier decidió examinar esta supuesta transmutación. Para ello hirvió agua durante ciento un días en un aparato, perfectamente limpio y herméticamente cerrado, que condensaba el agua evaporada y lo devolvía al matraz, de manera que en el curso de la experiencia no se produjera pérdida de agua en el proceso. Mediante pesadas rigurosas demostró, después de haber recuperado por destilación el peso exacto del agua utilizada, que sólo perdió peso el matraz y que el sedimento pardo terroso aparecido proviene de la disolución del vidrio atacado por el agua. Esta experiencia acabó con la antigua idea de la interconversión y fue expuesta a La Academia el 14 de noviembre con el título: "Sobre la naturaleza del agua y sobre los experimentos por los cuales se ha pretendido probar la posibilidad de su transformación en tierra".

En 1772, tras serias reflexiones, abordó el estudio de los gases y en dilucidar el mecanismo de la combustión, una de las operaciones más caracte-

terísticas de la química. Estos estudios le permitieron echar por tierra la teoría del flogisto y revolucionar así el sistema teórico entonces vigente en la química.

Los científicos del siglo XVIII explicaban el fenómeno de la combustión mediante la teoría del flogisto formulada por Johann Joachim Becher y ampliada por su discípulo Georg Ernst Stahl. Según la doctrina de Stahl, el flogisto era un principio ígneo, con bastante parecido al azufre de los alquimistas o al fuego aristotélico, que existía en todos los cuerpos inflamables (lo contenían en gran cantidad) y era emitido (al aire) al arder. La "teoría" afirmaba que al quemarse una sustancia (metales) se desprendía de ella un fluido llamado flogisto y quedaba una "ceniza" o "cal" (lo que hoy llamaríamos "óxido"), que era la sustancia original menos el flogisto. Cuanto más flogisto tuviera la materia inflamable, al arder, menos quedaba de ella. Sustancias tales como la hulla, las grasas y el carbón, que ardían en su casi totalidad y no dejaban sino íntimas partes residuales, contenían una proporción muy fuerte de flogisto .

Así, el metal se convierte en ceniza cuando arde en el aire según la ecuación:

Metal ===== Ceniza o cal de metal + flogisto

Si se procediera a la inversa, tratando la ceniza o cal con una sustancia rica en flogisto (carbón) se regeneraría el metal.

La "teoría", falsa, como Lavoisier probó, tuvo un gran número de adeptos, aunque se diera la paradoja que la ceniza o cal pesara más que el metal original. La única manera de explicarlo era suponer que el flogisto tuviera un peso ¡ negativo !.

Lavoisier comenzó abordar el problema cuando en 1772 se unió a otros químicos para comprar un diamante. Pequeños trozos del diamantes los calentó, con la ayuda de una gran lupa, en un recipiente cerrado hasta que ardieron por completo y desaparecieron, pero recogió el gas desprendido durante el proceso. Mediante pesadas cuidadosas descubrió que el gas recogido tenía un peso mayor que los diamantes desaparecidos. Con esto probó que en gran parte o en su totalidad el diamante estaba compuesto por carbón y que no tenía la cualidad mágica de desvanecerse cuando se le sometía a altas temperaturas, como pensaban los químicos de su época. En la segunda parte de este experimento, consiguió tres diamantes y los puso en arcilla, de manera que no pudiera darles el aire .Luego aplicó calor durante varias horas. Al romper la arcilla para ver los diamantes observó que estaban intactos y con el mismo peso. Lavoisier demostró así que se requería el aire para la combustión de los diamantes.

Prosiguió sus investigaciones sobre el papel jugado por el aire en las reacciones de combustión. Experimentó quemando fósforo, cuerpo rico en

flogisto, según los partidarios de esta teoría, y comprobó que el producto obtenido, "espíritu ácido de fosforo" (ácido fosfórico), pesaba más que el fósforo original. Estos resultados fueron entregados al secretario de la Academia el 20 de octubre de 1772. Unos días más tarde, el 1 de noviembre, depositó una nota dentro de un sobre lacrado en la que indicó que había descubierto que el azufre, al arder, experimentaba una reacción similar, originaba el "ácido vitriólico" (ácido sulfúrico), por lo que pensó que se había adicionado "una cantidad prodigiosa de aire".

Estos descubrimientos le permitieron hacer conjeturas sobre la formación de las sales metálicas, hasta llegar a escribir; "Estoy persuadido de que el aumento de peso de las sales metálicas tiene la misma causa". Para Lavoisier era evidente que el incremento de peso era ganancia de "algo" y no pérdida como sugería la teoría del flogisto.

Familiarizado con los gases se dedica, en 1773, a elaborar un plan de trabajo sobre el papel de estos en las reacciones químicas, convencido que el tema puede producir "una revolución en física y química". Conocedor de la obra de Stephen Hales, "Vegetable Staticks", en la que se indicaba que ciertas sustancias químicas podían contener gases y desprenderlos, e incluso llegó a utilizar los aparatos descritos por él en algunas de sus primeras investigaciones, y de la labor de Joseph Black, por el que sentía una gran admiración, se consagró, durante buena parte de ese año, a repetir experiencias anteriores de otros científicos y a realizar las suyas propias. El resultados de estas investigaciones fueron sus "Opuscles Physiques et Chimiques" publicados a comienzo de 1774. En la primera parte de este libro expuso un cuadro histórico de los conocimientos adquiridos sobre los gases. En la segunda, mostró sus propias experiencias sobre fijación y desprendimiento de gases, con importantes innovaciones técnicas introducidas por él en los aparatos tradicionales.

La mayor parte del 1774 la dedicó Lavoisier al estudio de la calcinación de los metales y de la reducción de sus sales con carbón. Para ello inició una interesante serie de experimentos con estaño y plomo. Demostró que el inglés Robert Boyle estaba equivocado cuando creía, un siglo antes, que el aumento de peso sufrido por dichos metales al calcinarse se debía a la absorción de "partículas de fuego". Para ello calcinó estaño en vasijas herméticamente cerradas, retortas, con la precaución de pesar las muestras de estaño y las retortas antes de la operación y, finalizada ésta, de pesar de nuevo el conjunto sin romper las retortas. Constató de esta forma que el peso total no había variado en cada experiencia. Sólo al abrir los recipientes el aire penetraba en ellos y el peso aumentaba en una cantidad proporcional a la capacidad de cada retorta. Al pesar las "sales" formadas, éstas pesaban más que el metal del que derivaban. Estaba entonces claro que el aumento

en peso experimentado por las "cales" se debía a la combinación del metal con el aire. En un principio, Lavoisier, dudó acerca de si la combinación se produciría con el aire fijo de Black (dióxido de carbono), con el aire ordinario o con una parte de él, y tuvo vehementes sospechas de que este último era el caso.

En octubre de 1774, Joseph Priestley, clérigo inglés que había descubierto y aislado el "aire desflogisticado" y caracterizado un número de gases mayor que cualquier otro de sus contemporáneos, visitó París, y en conversaciones con Lavoisier le habló de sus trabajos con el precipitado rojo de mercurio (óxido de mercurio) y de los sorprendentes resultados por él obtenido. Había conseguido una nueva clase de aire al calentar la cal roja de mercurio. Este nuevo aire favorecía la combustión más que el aire común.

Un mes más tarde, el científico francés comenzó una serie de experiencias sobre el precipitado rojo de mercurio, que continuó en los primeros meses del año siguiente. El 2 de abril de 1775 había ya repetido los experimentos del químico francés Pierre Bayen (descubridor del precipitado rojo de mercurio) y de Priestley, en condiciones mejor controladas y con riguroso criterio cuantitativo. Demostró que la reducción del precipitado rojo con carbón daba lugar a mercurio y a aire fijo, de donde se deducía que dicho precipitado era una cal auténtica. Luego utilizó la lupa para calentar el precipitado rojo aislado, y confirmó la formación de mercurio y de un gas nuevo, el aire no fijo. Estos resultados lo dió a conocer al leer su "Memoria sobre la naturaleza del principio que se combina con los metales durante la calcinación y los aumenta de peso". Este trabajo no se publicó hasta 1778 en las Mémoires de l'Académie. Lavoisier se aprovechó de ello y revisó el artículo para incluir en él sus últimas experiencias e ideas más recientes, justo poco antes de que se publicase el volumen. Por entonces, gracias a su larga labor investigadora sobre las propiedades del aire común, llevada a cabo en los años 1776 y 1777, estaba convencido de que sólo una parte del tal aire se combinaba con los metales, y había llegado a la conclusión que el aire común consistía en una mezcla de dos sustancias, una de las cuales, la más pura y más salubre (aire eminentemente respirable), era la que se gastaba en la calcinación de los metales y en la respiración. Llamó "mofette" al residuo (aire no respirable), y más tarde "ázoe" (del griego "sin vida"). En 1790 J.A. Chaptal lo denominó nitrógeno.

Convencido que la vida se mantenía por algún proceso semejante a la combustión, inició el estudio de la respiración animal, llegando a la conclusión que durante la respiración se producía "ácido calizo aeriforme" (dióxido de carbono) y se consumía "aire eminentemente respirable", pero no se pronunció sobre el origen del calor animal ni sobre el mecanismo interno del proceso.

Con los conocimientos adquiridos sobre "el aire eminentemente respirable" reconsideró, en 1778, las combustiones, ya estudiadas, del fósforo y del azufre. Tres fueron las conclusiones que presentó a la Academia:

1.-El aire atmosférico se componía de una cuarta parte de aire eminentemente respirable y de tres cuartas partes de aire no respirable de naturaleza desconocida.

2.-Durante la combustión, el aire no respirable se mantiene pasivo y parece ser el mismo antes y después de finalizada la combustión.

3.-Los ácidos vitriólico y espíritu ácido de fósforo se componían de aire eminentemente respirable en más de la mitad de sus respectivos pesos.

El 23 de noviembre de 1779 hace pública la teoría definitiva de la acidez, que había estado engendrando dos años antes, en su memoria: "Consideraciones generales sobre los ácidos y sobre los principios de que están compuestos". Para Lavoisier "el aire eminentemente respirable" era el "principio" constitutivo de todos los ácidos y entraba en la composición de todos ellos. Así, los ácidos "calizo" (ácido carbónico), "vitriólico", "espíritu ácido de fósforo", "ácido del azúcar" (ácido oxálico), etc., contenían aire eminentemente respirable, que le llamó "principio acidificante". No dudó en afirmar: "Cuando el principio acidificante se combina con un cuerpo cualquiera sin descomponerlo, lo convierte en un ácido que, independientemente de los caracteres generales comunes a todos los ácidos, tienen otros que le son propios". Sugirió posteriormente el nombre de oxígeno (principe oxygene), de dos palabras griegas que significan "engendrar un ácido", para designar el "principio acidificante".

Antes de atacar seria y definitivamente la teoría del flogisto, Lavoisier, ayudado por el matemático y astrónomo Pierre Simon de Laplace, trabajó sobre el calor y el estado gaseoso (1782-1783). La hipótesis de la existencia de una materia del calor o fluido muy sutil presente en todas partes, cuya intensidad podía ser medida por el termómetro y la cantidad de calor evaluada por el calorímetro de hielo que habían inventado, formó el esqueleto de su trabajo "Mémoire sur la chaleur", el texto clásico de la calorimetría.

Con Laplace retomó el tema de la respiración animal. Experiencias con animales pequeños, ratones, le sirvió para caracterizar la respiración como una combustión muy lenta, pero similar a la del carbón: la ubicó en los pulmones, y consideró que el calor desprendido por la combinación del aire puro (oxígeno) con la base del aire fijo (carbono) suministrada por la sangre, se comunicaba a ésta allí mismo y se repartía por todas las partes del animal. Intentó medir el oxígeno tomado y el dióxido de carbono liberado por los animales. Los resultados fueron algo desconcertantes, pues parte del oxígeno inhalado no aparecía en el dióxido de carbono espirado.

Los años 1781-1782 el científico francés lo dedica ,entre otras temas, a probar que el agua no es una sustancia simple, si no que es susceptible de "descomposición y recomposición". Una visita a su laboratorio, a su paso por Paris, del sabio inglés Charles Blagden le llevó la noticia de los experimentos realizados por su compatriota Henry Cavendish, quién había obtenido agua pura por combustión del "gas inflamable" (nuestro hidrógeno) en recipientes resistentes y cerrados. El 24 de junio de 1782, con la ayuda de Laplace y en presencia de Blagden, repitió y varió los ensayos del químico londinense para convencerse que el agua es un compuesto de "aire inflamable", que bautizó con el nombre de hidrógeno (del griego que significa "da origen a agua"), y de oxígeno. Fiel a su método de completar la prueba con la contraprueba, agregó a la síntesis la descomposición del agua. Para ello hizo pasar vapor de agua sobre hierro calentado al rojo, recogiendo hidrógeno. Pudo anunciar así que el agua es un compuesto formado por oxígeno e hidrógeno en una relación volumétrica aproximada de 1:2. Este descubrimiento le permitió explicar la reducción de las cales metálicas por medio del hidrógeno que se desprende de metales (hierro) tratados con ácidos diluídos(ác. vitriólico). Estos resultados no fueron publicados hasta 1784, aunque las conclusiones las tuvo un año antes, dando lugar a un gran número de controversias acerca de la verdadera prioridad, al trabajar en esa misma época sobre la composición del agua varios científicos, además de Lavoisier: Priestley, Watt, Cavendish y Monge, que frecuentemente estaban al tanto de la labor de los otros, hecho no siempre reconocido. La historia señala que la mejor prueba experimental de la composición del agua la dio Cavendish, y que la primera explicación correcta la ofreció Lavoisier.

En el volumen de las Mémoires de l'Académie des Sciences, publicado en 1786, apareció uno de los trabajos más importantes existentes en la historia de la química: "Reflexiones sobre el flogisto", en el que se destrozaba de forma definitiva la teoría de flogisto, justificando con hechos experimentales que los principales fenómenos químicos vinculados a la combustión y la calcinación se explicara sin necesidad de recurrir al flogisto. Además refutaba una a una las distintas explicaciones basadas en las concepciones científicas de Stahl o en algunas de sus formas modificada como la de P. J. Macquer, que identificaba el flogisto con la luz.

En 1787 publicó en Paris el libro Méthode de nomenclature chimique (método de nomenclatura química), en colaboración con tres conversos (antiguos flogisticistas) a sus teorías: Claude L. Berthollet, A. F. de Fourcroy y L. Guyton de Morveau . La obra contenía los principios que hoy se utilizan esencialmente para nombrar los compuestos químicos: cada sustancia habría de tener un nombre determinado: los de las sustancias simples deberían

expresar, a ser posible, sus características, y los de las sustancias compuestas, indicar la composición en función de sus constituyentes simples. Así se propuso el método de nombrar a los ácidos y a las bases según sus elementos, y a las sales según los ácidos y las bases integrantes. Tan simple y expresivo era el sistema, que lo adoptaron los químicos del mundo entero, y muy pronto se tradujo el libro a todas las lenguas cultas. En lo sucesivo la química no volvería a ser un fárrago de nombres incoherentes, cada tratadista utilizaba su propio sistema y confundía a los demás. Desaparecían los antiguos nombres inspirados en concepciones vagas, a veces teniendo en cuenta el color (vitriolo azul), otras el sabor (sal amarga), el nombre del descubridor (sal de Glauber), una propiedad medicinal (sal febrífuga), etc., y aparecía un sistema basado sobre principios lógicos. Cuando hoy se habla de cloruro sódico se está indicando que en su composición existe cloro y sodio y utilizando un nombre que concuerda con el esquema propuesto por Lavoisier. La química adquirió así un lenguaje analítico, metódico y preciso que permitiría nombrar a cualquier nueva sustancia que se descubriese.

En 1789 apareció en París el famoso *Traité élémentaire de chimie* (tratado elemental de química), que es para la química lo que los *Principia* de I. Newton para la física, y que comenzó a planear entre 1778 y 1780. El libro representa el primer texto moderno de química. Se divide en tres partes: la primera contiene todos los aspectos teóricos de la nueva química; la segunda trata de los ácidos y de las sales neutras formadas por ellos; la tercera describe los instrumentos, aparatos y operaciones de la química.

En el texto aparece "una tabla de sustancias simples pertenecientes a todos los reinos de la naturaleza, las cuales pueden considerarse como los elementos de los cuerpos". Admitió que se trataba de una lista empírica, sujeta a revisión según se descubriesen hechos nuevos: pero, basada como lo estaba sobre principios químicos sólidos, se considera la primera tabla auténtica de elementos químicos. Contenía 33 sustancias que no se habían descompuestas en unidades menores, de las 55 que inicialmente consideró como tales en el *Méthode de nomenclature*. En su mayor parte la lista era bastante exacta; 23 de las sustancias enumeradas siguen siendo elementos en la química actual,⁸ no se han vuelto aceptar como elementos (cal, magnesia, barita, arcilla, sílice, radical muriático, radical fluórico y radical borácico) y solamente en dos estaba completamente equivocado, eran "la luz" y "el calórico", que como hoy se reconoce no son sustancias sino formas de energía.

El *Traité* contiene además conceptos de la mayor importancia. En el último apartado, capítulo XIII de la primera parte del libro, Lavoisier hará explícito por primera vez el enunciado de la ley de la conservación de la materia, dándole a ésta el significado de peso (o masa). La paternidad de esta ley no corresponde al científico francés. Desde los comienzos del siglo

XVIII muchos químicos admitían implícitamente la idea de la conservación de materia, el mérito de Lavoisier consistió en particularizar para la química este principio metodológico. Al estudiar la fermentación alcohólica del azúcar señaló que "nada se crea en las operaciones del arte o de la naturaleza, y que puede admitirse como axioma que en toda operación existe la misma cantidad de materia antes y después de la operación". Siguiendo este principio, pudo escribir lo que claramente venía a ser la expresión precursora de una ecuación química moderna:

"mosto de uva ===== ácido carbónico + alcohol

"... debemos admitir una verdadera igualdad o ecuación entre los principios del cuerpo que se examina y los que se sacan por análisis"

Incluye también el análisis de diversas sustancias orgánicas por medio de la combustión, determinando las cantidades formadas de dióxido de carbono y de agua (con resultados cuantitativos poco exactos), método que constituye aún la base del análisis orgánico.

La trascendencia del *Traité* para la historia de la química fue inconmensurable. Su influencia se extendió con rapidez, y enseguida apareció traducido a todos los idiomas importantes.

Las investigaciones realizadas por el sabio francés con posterioridad a la redacción del *Traité*, fueron fundamentalmente de carácter fisiológico, incidiendo en el estudio de la respiración, la transpiración y el metabolismo. En colaboración con Armand Séguin probó que la combustión de los compuestos de carbono con el oxígeno, dando dióxido de carbono y agua, constituían el manantial verdadero del calor animal, y que mientras se realizaba un trabajo físico crecía el consumo de oxígeno. En el curso de su labor, pudo establecer la conexión existente entre la respiración, transpiración y digestión, y afirmar que el estado normal del hombre era un equilibrio dinámico regido por estos tres reguladores.

Con la Revolución, los antimonárquicos radicales tomaron el control. Lavoisier fue retirado de su laboratorio y sus actividades científicas cortadas de raíz. Resulta triste e irónico que a un hombre que contribuyó tanto a la mejoría de su patria y del mundo (propuso reformas muy adelantadas para su época, como, por ejemplo, la reducción del trabajo forzado de los campesinos en los caminos, talleres públicos para los desocupados, seguros de vejez, bancos de ahorros, higiene industrial, mejores condiciones para los mineros, medidas contra la adulteración de los alimentos, y la educación obligatoria y gratuita para la juventud) se le acusara de tiranía y traición por sus compatriotas y ejecutado por esas falsas acusaciones. Sólo tenía 51 años. Únicamente podemos imaginar que otras proezas habría realizado si hubiera seguido viviendo.

4.-LEGADO

La química como ciencia apenas puede decirse que se iniciara mucho antes del siglo XVI. En sus comienzos no fue una disciplina que persiguiese independientemente sus propios fines, y sus progresos no se produjeron tan rápidamente como en otros campos. Con la llegada del siglo XVII, el empirismo, hasta entonces reinante, cede frente a las especulaciones teóricas que desembocan en un auténtico caos. Sin existir unanimidad sobre ninguna teoría específica se entra en el siglo XVIII, asumiendo ya la química una posición de ciencia independiente, aunque sin desaparecer la confusión en el pensamiento químico, que alcanza su cenit en la segunda mitad del siglo. La obra de Antoine Laurent Lavoisier deshizo esta confusión y colocó a la química sobre una base esencialmente moderna: a este paso se le ha denominado con frecuencia la Revolución química.

Sí para algunos es el inglés Robert Boyle, por su libro *"The Sceptical Chymist"* (El químico escéptico), publicado en 1661, en cuyo apéndice dio una definición de elemento químico, el precursor de la nueva Química, existe unanimidad en considerar la obra de Lavoisier como inseparablemente vinculada al nacimiento de la Química como Ciencia, que le debe, a él más que a nadie, su sistema conceptual, su lenguaje analítico y el rigor de su método cuantitativo, cuando únicamente preocupaba la "calidad" de los cuerpos reaccionantes.

Lavoisier fue la más importante excepción de una regla general: que la mayoría de los químicos continentales poseían una formación médica o farmacéutica. El se pareció más a los químicos ingleses por afición, tales como Boyle o Cavendish. Su visión de la ciencia comienza con su primera clase de química. En sus Mémoires recordaría ésta : " *Cuando empecé por primera vez un curso de química, aunque el profesor que había elegido, G. F. Rouelle, pasaba por el más claro y el más adecuado para los principiantes, y a pesar de que se esforzaba enormemente por hacerse entender, me sorprendí de ver cuánta oscuridad rodeaba los primeros accesos a la ciencia.....Desde los primeros pasos se empezaba por suponer en vez de probar. Me enseñaban palabras que no sabía entonces definir o, al menos, sólo lo podía hacer adquiriendo conocimientos que me resultaban totalmente extraños y que únicamente podía obtener por el estudio de toda la química. Así se comenzaba a enseñarme una ciencia dándose por supuesto que ya la sabía.....*".

El gran impulso que el científico francés dio a la química se debe a la importancia que le concedió a la balanza, que la convirtió en el instrumento fundamental del laboratorio. Esta era conocida y empleada por sus colegas contemporáneos, pero fue él quién introdujo su uso sistemático. Todo tenía

que pasar por la balanza, todo tenía que probarse. Esto supone, ni más ni menos, el utilizar un lenguaje cuantitativo, matemático, al modo como había hecho Galileo Galilei en la Física dos siglos antes.

De todas sus contribuciones, la más importante fue, quizás, que los químicos tienen que medir y pesar con toda precisión. Los químicos jamás han olvidado la lección y desde entonces han tratado de ser "cuantitativo". Gracias a la balanza pudo establecer la composición del aire y del agua, distinguió los cuerpos simples de las combinaciones, enunció la ley de la conservación de la masa y descubrió una nueva teoría de la combustión, entendida como un proceso de combinación en lugar de una descomposición. Esta teoría identificaba la respiración, la combustión y la calcinación como manifestaciones de un mismo proceso que implicaba la combinación del oxígeno atmosférico.

Realizó todos sus experimentos después de cuidadosas revisiones bibliográficas y de planear de antemano con todo detalle lo que esperaba conseguir y el modo como intentaba hacerlo. Su actitud fue siempre de no admitir nada como cierto antes de someterlo a una prueba experimental. Una y otra vez insistió en sus escritos en que cuando se sospeche la acción conjunta de varias causas sobre un proceso hay que actuar de modo que permanezcan todas constantes menos una, e investigar así por separado la influencia de cada causa.

Su claridad de visión, el bello rigor cuantitativo de sus trabajos, la jerarquía que concedía a las relaciones ponderales en la descripción de las transformaciones y, en general, su método de plantear y ejecutar sus experiencias le llevó a una comprensión de los fenómenos naturales que sólo poco de sus contemporáneos compartieron.

La línea seguida en sus investigaciones, señalada en sus Opuscles physiques et chimiques, es la propia de cualquier trabajo científico moderno. Empieza con una introducción que contiene las aportaciones de otros investigadores y la exposición objeto de la indagación; sigue con la preparación o descripción del material y método utilizado; continúa con la exposición de los resultados y finaliza con la discusión de los mismos.

Aunque la mayoría de sus estudios encajaban en el campo de la química, su método de investigación fue esencialmente el seguido por los físicos, tan comunes a estos desde siglos anteriores. A este respecto, Justus Liebig, escribe unos cincuenta años después de la muerte del sabio francés, abril de 1842, en el prólogo de su libro "Química Orgánica aplicada a la fisiología animal y a la patología" : " Antes de Lavoisier la química no tenía más relación con la física, que la que hasta hoy mantiene con la fisiología; pero ya por el contrario la fusión entre la química y la física es tan completa que sería difícil establecer entre ellas una línea de demarcación rigurosa.

Sus libros: *Méthode de nomenclature chimique* y *Traité élémentaire de chimie* son los pilares sobre los que descansa una visión unificada del conocimiento químico en base a su nomenclatura y nuevas teorías."Para un estudiante de hoy en día que no conozca la historia de esta ciencia, escribe J. R. Partington, resulta ininteligible un libro de química escrito antes de Lavoisier, y en cambio entiende el Tratado Elemental de Química de este gran investigador, como se entiende una edición antigua de un libro moderno".

Lavoisier estuvo relacionado con otro proyecto que jugó una parte importante en el desarrollo de la Química como ciencia independiente. Antes de 1778 no existía ninguna revista dedicada especialmente a esta disciplina. Toda investigación en este campo había de ofrecerse en revistas que publicaban también materias de otras ciencias. En ese año, Lorenz von Crell fundó la primera publicación periódica puramente química, el *Chemisches Journal*, con una vida muy corta, hasta 1781. Posteriormente se reanudó la publicación, 1784, con el nombre de *Chemische Annalen*. En abril de 1789, Lavoisier, de Morveau, Monge, Berthollet, de Dietrich, Hassenfratz y Adet se unieron para publicar el primer número de los *Annales de chimie*, con el fin de propagar la nueva ciencia; revista que ha sobrevivido hasta hoy y en la que ha aparecido gran número de los trabajos más importantes de la historia de la química.

Lavoisier, fundador de la química moderna y creador de la fisiología, al establecer un paralelismo entre la respiración y la combustión, también tuvo sus equivocaciones. Dos fueron los errores más graves: su tesis de que el oxígeno era el principio universal de la acidez y defender que la luz y el calórico eran elementos.

Sus críticos señalan que no descubrió ninguna sustancia nueva, sino que tan sólo interpretó los descubrimientos de otros. Aunque esto es cierto en determinados referentes, no disminuye la importancia de sus aportaciones al progreso de la química como ciencia, pues los conceptos que ofreció nacieron, en su mayoría, de su gran capacidad para interpretar y organizar los datos, y fueron comprobados por sus propios experimentos. Es necesario recordar que Lavoisier orientó sus investigaciones, especialmente las primeras, hacia la verificación de creencias largo tiempo aceptadas, pero que todavía no se habían comprobado ni rechazado positivamente, buscando en ellas la debilidad esencial de las hipótesis antiguas y combinar los hechos disponibles en una teoría más amplia, nueva y correcta que las anteriores.

También le imputan sus detractores de no preocuparse demasiado en reconocer sus deudas para con sus predecesores, fundamentalmente ingleses y franceses. Respecto a los primeros, existen contradicciones, aunque predominan los que aseguran que nunca reconoció su inmensa deuda para

con la escuela inglesa de química llamada "neumática" o "doctrina de los gases". Con sus colegas franceses se mostró más generoso, hasta afirmar: "Si alguna vez he llegado a hacer más, sin indicar su procedencia, las opiniones de M. Berthollet, M de Fourcroy, M de Laplace, M Monge y de aquellos que, en general, han adoptados los mismos principios que yo, es que la costumbre de convivir, de comunicarnos nuestras ideas, nuestras observaciones, nuestros enfoques ha establecido entre nosotros una especie de comunidad de opiniones, en la cual a nosotros nos resulta difícil distinguir lo que nos pertenece más particularmente".

A Lavoisier, injustamente, se le adjudicó, en determinados momentos, fama de plagiador, especialmente con Cavendish y con el poeta y científico ruso Mijail Vasilievich Lomonosov, quién había criticado fuertemente la teoría del flogisto un cuarto de siglo antes que él, y el científico francés, según algunos colegas, había leído las obras del sabio ruso. Ahora bien, dado que Lomonosov atacó el problema desde el punto de vista físico y Lavoisier lo hizo desde el químico, es claro que no tenía por qué mostrarse enterado de las ideas de éste.

5.-EPILOGO

Los franceses tan dados al chauvinismo han olvidado en demasía la deuda contraída con Lavoisier. Esta negligencia viene de antiguo. La Francia oficial no lamentó mucho la pérdida de su científico en los años siguientes a su ejecución. Fue su esposa Marie-Anne P. Paulze la que intentó y, en parte, consiguió reparar las injusticias cometidas contra su esposo, recuperando y conservando todos los aparatos y papeles, que pasarían después a la familia Chazelles (y hoy dispersos). Las Mémoires de Madame Lavoisier, recopilación de los trabajos científicos del gran sabio, no fueron vendidas, sino ofrecidas a personalidades científicas e instituciones (bibliotecas, donde fueron fundamentalmente almacenadas), quedando el grueso de la tirada en manos de Marie-Anne. Se trataba, sin embargo, de un trabajo parcial, que con posterioridad los "lavoisierianos" han escudriñados para conocer los distintos aspectos de su vida y obra.

La Academia de Ciencias de Francia, tan dispuesta normalmente a elogiar a sus miembros desaparecidos, esperó casi un siglo a honrar la memoria del gran químico.

Lavoisier, usualmente considerado como uno de los hombres más ilustres de la historia de la química, extrañamente no parece haber merecido mucha atención por parte de los historiadores de las ciencias. Aunque se le han dedicado trabajos de calidad (J.B.Dumas, E.Grimaux, M.Berthelot, estos

en el siglo XIX, y M.Daumas, H.Guerlac, D.Duveen, D.McKie, L.Scheler, M. Crosland, etc. en el siglo XX), su obra no ha sido estudiada tan profundamente como las de otros ilustres científicos (Galileo, Newton, Darwin, etc.), cuando por su aportación a la química debería alcanzar un nivel similar a las de éstos.

Sean las frases escritas por Isaac Asimov en su libro "Momentos estelares de la Ciencia" las que cierren este trabajo; " A Antoine L. Lavoisier se le llama el " padre de la química moderna", y con justicia. Haciendo gala de ilimitada energía e inigualable sagacidad sacó a la química de un callejón sin salida y la puso en buen camino. No cabe duda de que si Lavoisier no hubiese vivido, otro químico o grupos de químicos habrían llegado a las mismas conclusiones. Pero es difícil imaginar que una sólo persona hubiese hecho más que él y en menos tiempo".

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASIMOV, I., 1979, *Breve historia de la química* (Alianza: Madrid)

ASIMOV, I., 1982, *Enciclopedia de Ciencia y Tecnología* (Alianza: Madrid)

ASIMOV, I., 1984, *Momentos estelares de la Ciencia* (Salvat: Madrid)

BABOR, J.A. Y IBARZ, J.I., 1970, *Química General Moderna* (Marín: Barcelona)

CARDOSO FERREIRA, N., 1989, *Primeros pasos en Química. Una entrevista con Lavoisier*, Enseñanza de las Ciencias, 7(1), pp 77-83

CROSLAND, M., 1983, *Lavoisier, el olvidado*. Revista Mundo Científico, 28(3), pp 869-876

G.A.L. (Gran Enciclopedia Larousse), 1987, (Planeta: Barcelona), vol 13

GREENE, J.E., 1992, *Cien grandes científicos*, (Universo: México)

LAVOISIER, A.L., 1788, *Método de la nueva nomenclatura*, trad. Gutierrez B., P., (Librería Aduana Vieja: Madrid)

LAVOISIER, A.L., 1798, *Tratado elemental de química*, trad. Munarriz, J.M., (Imprenta Real: Madrid), tomos I y II

LAVOISIER,A.L.,1969, *Tratado elemental de química*,trad. y notas Gago B., R., (Alfaguara:Madrid)

LEICESTER,H.M. 1967, *Panorama histórico de la química*, (Alhambra: Madrid)

LOPEZ PIÑERO,J.M.,NAVARRO,V, Y PORTELA E.,1989, *La revolución científica*, (Biblioteca Historia 16: Madrid)

MC KIE, D., 1966,*Los primeros cien años de la Académie des Sciences, Endeavour*, vol XXV,nº 95,pp 100-103

MILLAR,D., MILLAR,I.,MILLAR, J.,MILLAR ,M.,1994, *Diccionario básico de científicos*, (Tecnos:Madrid)

MORCILLO RUBIO,J. ,FERNANDEZ GONZALEZ,M.,1978, *Química*, (Anaya:Madrid)

MORVEAU,LAVOISIER,BERTHOLLET,FOURCROY, 1787, *Méthode de Nomenclature Chimique*, (Chez Cuchet,Libraire: Paris)

PAPP,D., 1982 ,Lavoisier y el nacimiento de la química moderna, col. Universitas, pp 1-7

SCHELER,L.,1969, *Sabios del mundo entero:Lavoisier* (Cid: Madrid).

Tubman, Q.,1984, *La gloria indiscutible de Lavoisier*, Rev. Mundo Científico, 32(4),pp 105-106 .