



HAL
open science

LA ENSEÑANZA DURANTE LA REVOLUCIÓN QUÍMICA EN EL ARSENAL : EL CURSO DE GENGEMBRE EN LA ESCUELA DE PÓLVORA (1785)

Patrice Bret

► **To cite this version:**

Patrice Bret. LA ENSEÑANZA DURANTE LA REVOLUCIÓN QUÍMICA EN EL ARSENAL : EL CURSO DE GENGEMBRE EN LA ESCUELA DE PÓLVORA (1785). 1995. halshs-00002879

HAL Id: halshs-00002879

<https://shs.hal.science/halshs-00002879>

Preprint submitted on 20 Sep 2004

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LA ENSEÑANZA DURANTE LA REVOLUCIÓN QUÍMICA
EN EL ARSENAL : EL CURSO DE GENGEMBRE
EN LA ESCUELA DE PÓLVORA (1785)¹

PATRICE BRET
ACADÉMIE DES SCIENCES

[In Patricia Aceves Pastrana (ed.), *Las Ciencias Químicas y Biológicas en la formación de un mundo nuevo, Mexico, Universidad Autonoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, 1995*]

La estancia de Lavoisier en la Oficina de Pólvora y Salitre, fundada en 1775 por el ministro reformista Turgot, articuló sus actividades de investigación fundamental y aplicada, con las relativas a la administración de una industria paraestatal. No habrá lugar aquí para presentar el conjunto de su obra y explicar la política científica que se llevó a cabo para desarrollar la producción de salitre y pólvora,² sin embargo, cabe señalar que durante sus funciones en la Oficina, Lavoisier tuvo la oportunidad de poner en práctica algunas de sus ideas sobre la enseñanza de la química, en una escuela creada por él mismo, donde se formaron los comisarios de pólvora, cuadros técnicos y comerciales de la Oficina.

Es por ello que el estudio del curso de química de la Escuela de Pólvora, cuyo archivo se conserva en la Cornell University,³ ofrece un interés particular, en tanto que, por un afortunado concurso de circunstancias, aparece justamente

¹ Quiero expresar mi gratitud a los responsables de la American Philosophical Society en Filadelfia, que financió un viaje de estudio al Museo Hagley y a la Cornell University en 1992, a los profesores C.C. Gillispie y L.P. Williams, quienes sostuvieron el proyecto con la fallecida Dra. M. Goupil, así como aquellos que lo facilitaron desde sus puestos, Dr. D. Corson, Sras. M. Rogers y L. Link en Ithaca, Sra. McNinch, Sres. R.A. Howard y D. Craven en Wilmington.

² Ver R.P : Multhauf, "The French Crash Program for Saltpeter Production, 1776-1794", *Technology and Culture*, 12 (Abril de 1971), 163-181 ; Patrice Bret, "La Régie des Poudres et salpêtres, 1775-1792", en *Œuvres de Lavoisier, Correspondance, 1787-1788*, Paris, Académie des Sciences (cita : *Corr. Lavoisier*), vol. 5, 1993, pp. 261-269. "Lavoisier à la Régie de Poudres : le savant, le financier, l'administrateur et le pédagogue", *Vie des Sciences* (aparece en el otoño de 1994).

³ La Forte Archive MSS 4711, Cornell University, Ithaca, N. Y. (cita : Cornell, La Forte), Box 3d.

en un periodo decisivo para la revolución química: 1785, año en que el gran experimento de análisis y síntesis del agua, así como las "Reflexiones sobre el flogisto", marcaron el abandono oficial a la doctrina de Stahl.

Antes de analizar el curso que nos interesa, haremos, por una parte, un esbozo del conjunto de materias impartidas en la Escuela de Pólvora, para comprender mejor el lugar que éste ocupó en dicha institución; por otra, daremos a conocer a su autor.

1. LA ESCUELA DE PÓLVORA : LA PRIMERA ESCUELA DE INGENIEROS QUÍMICOS

Antes de la creación de la Oficina, los comisarios de pólvora eran reclutados entre los pequeños nobles locales, abogados o negociantes, sin que éstos contaran con alguna formación específica.⁴ La nueva institución no modificó inmediatamente este sistema, aun cuando la necesidad de una educación científica y el pasar por el status de alumno fuese prevista desde el principio. Sin embargo, a menudo, Lavoisier acudía a ella para rechazar cortésmente las numerosas solicitudes a los puestos⁵ encontrando en esta obligación estatutaria un arma contra las tradicionales presiones ejercidas por la alta sociedad.

Sin embargo, la resolución de ajustar plenamente la industria con un cuadro científico no se hizo verdaderamente manifiesta y eficaz hasta 1783, con la creación de la que puede llamarse Escuela de Pólvora. Por medio de este centro, la Oficina inició un reemplazo sistemático de los antiguos comisarios contables formados empíricamente, por verdaderos ingenieros químicos instruidos por la administración pública. Si ésta no pudo o no quiso emprender una reestructuración brutal del personal, cuando menos inició una reforma fundamental al establecer en el seno de su departamento en París una escuela en la que se practicó una educación única.

Según el esquema habitual en las nuevas escuelas de ingenieros, la enseñanza se dividía en dos partes distintas, una escuela de teoría, con sede en la administración del Arsenal -donde vivía Lavoisier-, y una escuela de prácticas,

⁴ P. Bret, "Une administration non révolutionnée ? Prosopographie des commissaires des Poudres et salpêtres (1775-1817)" XVIIe Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques (Commission d'Histoire de la Révolution française). Clermont-Ferrand, octobre de 1992 (aparece en CTHS).

⁵ "Los arrestos del consejo constitutivo de la oficina de pólvora ordenan no nombrar a tales puestos más que a los individuos que hayan pasado por el grado de alumnos, que hayan hecho los cursos de química y de física, que tengan conocimientos de matemáticas y que hayan visitado las polvoreras y las refineras de salitre. Dudo que el ministro nos permita desobedecer esta regla" (Lavoisier à Mme Le Couteulx de La Noraye, Paris, 24 juin 1787, *Corr. Lavoisier*, t. 5, p. 45).

a su vez dividida en tres establecimientos, la refinería de París, la polvorería de Essonnes y la oficina de contabilidad.

Un candidato a la Escuela de Pólvara era tenido en principio, como "alumno aspirante", una vez realizada la entrevista y presentada la solicitud de inscripción. Este se convertía en alumno de planta después de efectuar, en presencia de funcionarios de la Oficina, un examen de admisión,⁶ del cual ignoramos el programa.⁷ Así por ejemplo, Eleuthère Irénée Du Pont, hijo de un amigo fisiócrata de Lavoisier, fue aceptado en el otoño de 1787, aunque antes de ser recibido fue necesario que "se reforzara en matemáticas y dibujo" durante un año.⁸ Y ciertamente trabajó estas disciplinas, pues obtuvo el primer lugar en la prueba de matemáticas.⁹

En los seis y dieciocho meses posteriores, el alumno de planta proseguía con una serie de cursos teóricos en el Arsenal, sin remuneración.¹⁰ Este periodo favorecía los lazos entre los jóvenes, si bien la vida parisiense parecía tentarles tanto como sus estudios. Por ello, Pierre Samuel Du Pont se preocupaba por prodigar a su hijo diversos consejos sobre la asiduidad, incitándolo particularmente a llevar siempre bajo el brazo papel, tinta, pluma, libros de química y de geometría y una lámpara.¹¹ Al finalizar esta etapa, el alumno presentaba un nuevo examen sobre química solamente.¹²

Venía entonces la enseñanza práctica. El alumno estudiaba los procedimientos utilizados en la refinería de París, durante seis meses;¹³ luego, en la polvorería de Essonnes, a una treintena de kilómetros, permanecía algunos meses más, lejos de las distracciones de la capital¹⁴ con un salario de 600 libras. Estas dos fases terminaban con la redacción de las memorias, mismas que

⁶ *Certificat de Clouet*. Soissons, 2 mai 1808 (Service historique de l'Armée de Terre. Personnels civils 1806-1853, dossier Lemaître).

⁷ Según su nieto, Bottée habría pasado el examen a principios de octubre de 1783 ante Lavoisier, Clouet, Desauois, Fauchaux y un tal Pairinier –¿ se trata de una deformación de Glatigny, funcionario muerto el día 3 de ese mismo mes, pero sin duda retirado desde hacía dos años? (E. de Toulmon, *Notice biographique sur J.J.A. Bottée de Toulmon...*, Paris, Impr. Rignoux, 1857, p. 4).

⁸ *P.S. Du Pont à V. Du Pont*, Paris, 6 novembre 1787 (Longwood Manuscripts, Hagley Museum, Wilmington, Delaware : ci-après : Hagley). Du Pont fue examinado en matemáticas a finales de octubre de 1788 y debió comenzar como alumno de planta el 13 de noviembre de ese mismo año (E.I. Du Pont en v. Du Pont, Paris, 23 de octubre de 1788, Hagley).

⁹ *P. S. Du Pont à V. Du Pont*, Paris, 21 février 1789 (Hagley).

¹⁰ *P.S. Du Pont à V. Du Pont*, Paris, 6 novembre 1787 (Hagley).

¹¹ *P.S. Du Pont à E.I. Du Pont*, Versailles, 1^o décembre de 1788, *Life of Eleuthère Irénée du Pont form Contemporary Correspondance*, S. t. I. p. 108.

¹² *Lavoisier à Cotte*, Paris, 29 mai 1789 (Bibl. Municipale de Laon, 28 CA 38).

¹³ *Lavoisier à Cotte*, Paris, 11 octobre 1789 (Bibl. Municipale de Laon, 16 CA 72).

¹⁴ *P.S. Du Pont à E.I. Du Pont*, Paris, 15 novembre 1789 (Hagley) : "No me sorprende que te aburras, pero éste es el primer aprendizaje del hombre : y ya ves que desde el Rey todo el mundo en Francia se cansa o se aflige".

debían ser avaladas por la Oficina y que versaban sobre la fabricación y refinación del salitre, la fabricación de la pólvora y la construcción del molino de pólvora.¹⁵ Esta última tarea no era en absoluto despreciada, ya que se trataba de un importante paso en la carrera, como lo atestiguan las recomendaciones que Du Pont daba a su hijo :

"Soy del parecer que dediques tus actividades a la redacción de tu memoria, haciéndola excelente y que enseguida, sin preocuparte si tus camaradas están listos o no, la entregues a la Oficina. Preferiría cien veces más verte empleado en la contabilidad del arsenal, donde sabes bien que serás más favorecido, que en el molino de Essonnes. Así que avanza en tu escrito y hazlo de manera que pueda destacar".¹⁶

Finalmente, el alumno concluía su educación en París, en los departamentos de contabilidad y de administración central, con un pago doble, en espera de una plaza vacante.

En su totalidad, el curso, como los de las grandes escuelas de ingenieros, duraba de dos a cuatro años. Según el propio Lavoisier, se aprendía poca cosa en el primer curso de química, dado "que un año basta apenas para familiarizar la oreja con el lenguaje, los ojos con los aparatos y que es casi imposible formar un químico en menos de tres o cuatro años".¹⁷

Durante la carrera, la investigación –principalmente la aplicada–, al parecer fue un elemento modesto, pero no descuidado. Las memorias permiten afirmar que, incluso sin participar directamente en la investigación, los alumnos se hallaban en estrecho contacto con ésta.

Tal es el caso del alumno La Forte, que colaboró en los trabajos emprendidos en Essonnes por el regidor Le Tors, en abril de 1785. Estos tuvieron como fin el de establecer la utilidad del azufre en la composición de la pólvora, a través de una serie de experimentos juzgados ejemplares por Lavoisier y más tarde por Proust.¹⁸ Más que un simple espectador, el alumno tenía una posición de observador y analista, tomando notas para su memoria futura, confirmando las hipótesis, anotando las cifras. La participación del alumno Mallet en la fabricación experimental del "polvo de muriato" luego de la famosa explosión del 27 de

¹⁵ *Lavoisier à Cotte*, Paris, 11 octobre 1789 (Bibl. Municipale de Laon, 16 CA 72).

¹⁶ *P.S. Du Pont à E.I. Du Pont*, Paris, 17 avril 1790. E.I. Du Pont hizo su memoria antes del mes de mayo (*P.S. Du Pont à E.I. Du Pont*, 5 mai 1790).

¹⁷ Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, Paris, Cuchet, 1789, p. xij.

¹⁸ Perrinet d'Orval y Baumé, entre otros, habían establecido que la pólvora no sulfurosa conservaba mejor sus cualidades que la ordinaria. Por interés económico y por apego al método, la Oficina no podía aceptarlo. Le Tors encontró que el azufre aceleraba la detonación.

octubre de 1788, confirmó una vez más la existencia de una educación práctica fomentada entre los alumnos.¹⁹

Las memorias redactadas durante la etapa final del periodo de formación práctica permitían exponer hipótesis o conclusiones personales, en ellas, los alumnos procedían como verdaderos químicos. Abundando en precauciones retóricas, La Forte por ejemplo, se permite "aventurar una observación sobre un experimento hecho el año pasado por M. Cavendish (Cavendish), que me pareció arrojaba algunas luces sobre la formación natural del ácido nitroso (...), no presento esto más que como una mera hipótesis que bien podría faltar a la verdad".²⁰ Por su parte, Du Pont, presenta el estado de los conocimientos sobre la naturaleza y formación del salitre, la explicación sobre el arte de fabricarlo y de refinarlo y somete a consideración "algunas opiniones sobre la manera de expresar las afinidades". Según él, esta constituye, un obstáculo.²¹ Por ello, menciona sus propias experiencias en relación a las tablas de Fourcroy: "Todas estas observaciones me llevan a la necesidad de concluir que, lamentablemente, las evaluaciones de M. de Fourcroy carecen de exactitud; yo pienso que los verdaderos números deben corresponder con todos los hechos".²² "Yo creía que estos diferentes grados de afinidad, podían darme, incluso con una precisión aritmética, las causas de los fenómenos que me ocupaban".²³ De este modo, al realizar la investigación aplicada, los alumnos se encontraron en el centro del debate de la investigación fundamental, debate que también formó parte de los cursos teóricos.

2. GENGEMBRE : UN PROFESOR POLIVALENTE ÚNICO

Con el fin de reforzar la parte teórica de los estudios realizados en la Escuela de Pólvora, Lavoisier selecciona a Philippe-Joachim Gengembre. Este personaje era un antiguo "alumno de la Escuela de Pólvora", diestro en matemáticas y destacado en la Academia por su memoria sobre un gas descubierto hacía poco tiempo, al cual nombró gas inflamable fosfórico (hidrógeno fosforoso).²⁴

¹⁹ Ver el resumen original de Lavoisier en *Corr. Lavoisier*, t. 5, pp. 226-228.

²⁰ "État de connaissances actuelles sur la formation de salpêtre et la manière de le fabriquer", f° 1, p. 3 (Cornell, La Forte).

²¹ "Mémoire sur le salpêtre", p. 1 (Hagley, Acc. 37 n° 1-c). Du Pont insiste sobre este punto al comienzo de la tercera y última parte: "Si se pudiera arrojar todavía algunas luces sobre estos trabajos, sería a través de un conocimiento más profundo de las afinidades de sales, sobre las cuales, la química tiene aún progresos por hacer." (p. 44).

²² *Ibid*, pp. 44, 46-50.

²³ "Observations sur les six espèces de sels qui se trouvent dans les platras et sur l'union constante de chaque base alcaline à un acide particulier" (Hagley, L3-2323), p. 4.

²⁴ El 3 de mayo de 1783, Gengembre había leído una "Mémoire sur un nouveau gaz. obtenu par la action de substances alcalines sur le phosphore de Kunckel". Cadet y Berthollet dieron a conocerla desde el 21 de mayo de 1783 y fue publicada en los *Savants étrangers* (t. x, pp. xij y 651-658).

Si bien la carrera ulterior de Gengembre como mecánico en la Casa de Moneda de París es lo suficientemente conocida,²⁵ es poco lo que sabemos sobre su juventud. Nacido en Houdain el 22 de marzo de 1764, perteneció a la familia Gengembre encargada de los planos de La Gran Galería del Louvre.²⁶ Su padre, conserje de la Galería, posiblemente ya había estado en contacto con Lavoisier, quien era su acreedor. Esta posición, socialmente modesta pero topográficamente estratégica, lo llevó a relacionarse con el ámbito académico, siendo con toda certeza, alumno del químico Sage y del matemático Monge.²⁷ En 1786, después de la muerte de Pilâtre des Roziers, Monge obtuvo para él una plaza cercana a la suya, como profesor de física, adjunta al Liceo. Lavoisier, quien le tenía gran estima, había apoyado su nominación :

"Puedo (dentro del tipo de jóvenes aptos para cumplir con el puesto) indicarle a alguien que reúne los conocimientos matemáticos, físicos y químicos, cuyas memorias en la Academia de Ciencias causaron sensación y que se ha desempeñado desde hace dos años como profesor y repetidor de matemáticas, física y química con los estudiantes de la Escuela de Pólvora en el Arsenal. Puedo decirle que esta persona tiene ideas justas y claras, que se expresa con propiedad y que vale más que cualquier profesor de física en lo que concierne a conocimientos y descubrimientos modernos. No tiene, es verdad, más que veintidós o veintitrés años y admito que a esta edad es difícil imponerse ante una asamblea numerosa, sin embargo, la juventud es una falla que se corrige todos los días y la persona a quien tengo el honor de proponerles cuenta con la madurez requerida".²⁸

²⁵ Consultar la *Corr. Lavoisier*, t. 4, 6-7, que proporciona una bibliografía. Revisar así mismo, J.M. Darmis, *La Monnaie de Paris. Sa création et son histoire du Consulat et de l'Empire à la Restauration (1795-1826)*, Levallois, Centre d'études napoléoniennes, 1988, y M. Duchamp, "Philippe Gengembre (1764-1838), Inspecteur général de la Monnaie à Paris", *The Medal*, 16 (1990), 31-37.

²⁶ Jean-Philippe Gengembre (1723-1809), ingresó a la Galería en 1745, como "conserje de las galerías del rey", en 1760, y se retiró en 1804. Su hijo Carlos fue su adjunto de 1760 a 1800, luego subconstructor en la Garantía de materiales de oro y plata. Su hijo Guislain-Joseph (1734-1809) ingresó en 1750 y murió como jefe de trabajos, éste último tuvo un hijo. Ambroise Athanase (1771-1800), quien entró a la Galería en 1784 (Archive Paris, V2E ; Archive Monnaie de Paris, Papiers Gengembre, S/2 ; A. de Roux, "Index des principaux constructeurs de plans en relief", en A. De Roux, N. Faucherre y G. Monsaingeon, *Les plans en relief des places du Roy*, Paris Adam Biro, 1989, pp. 158-159).

²⁷ Ver nota siguiente. En 1788, Víctor Du Pont que acababa de ser admitido en la Oficina, escribió a su hermano "que Mr. Gengembre era el alumno de planta más joven de lo que cualquiera de nosotros" (*V. Du Pont à E.I. Du Pont*, New York, 19 de abril de 1788, Hagley).

²⁸ Lavoisier à Aubert, 1er décembre 1785 (*Corr. Lavoisier*, t. 4, p. 181). Lavoisier da a entender que Laplace, Sage, Sabatier, Berthollet, Monge, Bailly y varios otros académicos le conocían y apreciaban igualmente. De Hecho, Gengembre dijo haber ocupado brevemente el puesto antes de renunciar al él, a falta de capacidad para imponerse ante un gran público (Archive Monnaie de Paris, Papiers Gengembre, S/2).

Luego de haber sido escogido como profesor en la Escuela de Pólvora, en octubre de 1783, Gengembre no tenía sino veinte años. Lejos de ser un incapaz, su edad era para Lavoisier la prueba de su precocidad y una garantía de su competencia para ejercer tal tarea, pues sostenía que entre "las personas de una cierta edad : o éstas serán sujetos mediocres, o bien, sus talentos y luces les habrán conducido a lugares y les habrán dado ocupaciones que no serán compatibles con la enseñanza pública".²⁹ De hecho, para Lavoisier, la formación amplia y diversa de Gengembre compensaba con creces su juventud.

El segundo triunfo del joven profesor fue su intervención personal en la investigación. Paralelamente a la enseñanza, colaboró en los experimentos de Lavoisier sobre la respiración animal, hechos en común con Laplace con un cochinillo de indias, o el de la combustión del espíritu del vino, con Meusnier.³⁰ A título individual, continuó sus trabajos sobre gases y realizó estudios matemáticos, mismos que presentó en la Academia de Ciencias de París y Berlín.³¹ El 7 de mayo de 1785, completó su memoria de 1783 con otra sobre la composición del gas fosfórico inflamable y del gas hepático, sobre la cual, pasados apenas cuatro días, Cadet y Berthollet rindieron el reporte (11 de mayo de 1785), prueba manifiesta del interés con que sus trabajos fueron recibidos.³² Gengembre consiguió igualmente, en 1786, el accessit de la Academia de Berlín al concurso sobre el infinitamente pequeño matemático.

Con menos éxito, Gengembre se ocupó también de otras disciplinas. Lavoisier depositó su nombre, en enero de 1784, un pliego sellado que contenía las "Impresiones sobre las variaciones que la atracción ocasiona en la temperatura de diferentes puntos de la tierra o de un planeta cualquiera", mismo que Gengembre retiró en 1815, momento en el cual retomaría el tema con la esperanza de ser elegido por la Academia de Ciencias.³³ En 1787 da a conocer un nuevo pliego sobre

²⁹ Lavoisier à Aubert, 1^{er} décembre 1785 (*Corr. Lavoisier*, t. 4. p. 181) : Lavoisier sostenía entonces la candidatura de Gengembre al puesto de profesor de física del Liceo.

³⁰ *Corr. Lavoisier*, t. 4, pp. 6 (janvier 1784) et 33 (août 1784). Gengembre jugó igualmente un papel nada despreciable en la sociedad formada por Lavoisier en enero de 1787, que tenía como tarea la publicación de la *Description des Arts et Métiers* (cf. *Corr. Lavoisier*, t. 5, pp. 277-286).

³¹ A.P. Youschkévith, quien ignora la identidad del autor distinguido por su lema "Peritia mihi sit amor", considera que esta memoria "no se distingue por ninguna cualidad y no da más que un breve repaso de los principios del análisis, basado sobre las ideas de d'Alambert y expuesto a la manera de un principiante. Es verdad que las otras memorias, salvo la de Camot, son todavía más flojas." (C.C. Gillispie y A.P. Youshkévich, *Lazare Carnot savant et sa contribution à la Théorie de l'infini mathématique*, Paris, Vrin, 1979, p. 237).

³² "Mémoire sur la composition du gaz phosphorique inflammable et du gaz hépatique". Archive Monnaie de Paris, Papiers Gengembre, S/2.

³³ Arch. Monnaie de Paris, Papiers Gengembre, S/2. Esta memoria, fechada en enero 7 de 1784, fue remitida a Gengembre por Delambre el 3 de junio de 1815. Se trata sin duda de un pliego anónimo del 10 de enero de 1784 (registre des plis, Archives Académie des Sciences).

"Algunas observaciones sobre la Física y la Química" ³⁴ y de manera más admirable, presentó también una memoria sobre los medios para detener las hemorragias, con el examen de la cual el cirujano Sabatier y el médico Tenon fueron nombrados comisarios. ³⁵

No obstante, Gengembre se orientó finalmente hacia la mecánica aplicada³⁶. Desde 1787, juega un papel activo en la sociedad formada en torno a Lavoisier y Vandermon de que trabajaba en una colección llamada Descripción de Artes y Técnicas, publicada por la Academia de Ciencias. Se ocupó posteriormente de la manufactura de los asignados, una especie de papel moneda creada en 1790. Luego se dedicó al comercio internacional y en octubre de 1790, parte hacia los Estados Unidos con un cargamento de pasamanería, donde permaneció dos años y medio intentando comerciar con pieles en el Alto Mississippi.³⁷ De regreso a Francia, en diciembre de 1794, obtiene a través de Berthollet, una plaza de mecánico en la Casa de Moneda, consagrándose definitivamente a la mecánica aplicada-con excepción de algunos trabajos sobre un polvo detonante que realiza al lado de Bottée (1810) y con gas neón (1820). El antiguo protegido de Lavoisier finalizó su carrera como director de la fábrica de construcción de máquinas a vapor para la Marina en Indret, cerca de Nantes, donde murió en 1838, no sin antes haber formado a decenas de mecánicos en este sector.

Si esta trayectoria no justifica las esperanzas que Lavoisier había puesto en el joven, pone al menos de manifiesto la notable diversidad de sus aptitudes. Además, la importancia que Lavoisier concedía a las matemáticas como estudio obligatorio, explica por sí misma la elección que hiciera a favor del joven profesor de química. Profundamente influenciado por las enseñanzas del Abad La Caille, Lavoisier poseía en efecto una visión matemática de la química dentro de un modelo científico, el "método de los geómetras".³⁸ Las matemáticas eran necesarias no solamente para abordar los problemas de mecánica aplicada, sino también como un entrenamiento metodológico para el aprendizaje de la química. Un primer proyecto del curso de química, hacia 1781 –quizás un proyecto para los estudiantes de la Escuela de Pólvora precisa esta convicción :

³⁴ Pl n° 260, déposé le 28 février 1787 (Archives de l'Académie des Sciences).

³⁵ Procès-verbaux des séances de l'Académie royale de Sciences, vol. 106, 1° f°327, 14 août 1787. Ninguna relación parece haber sido rendida a este respecto.

³⁶ En julio de 1790, Lavoisier buscó colocarlo al lado del ingeniero Brulée, encargado de la construcción del canal nacional que debía proveer de agua a la ciudad de París, desviando el río l'Ourcq (*Corr. Lavoisier*, t. 6, por publicarse).

³⁷ Archive Monnaie de Paris, Papiers Gengembre, S/2.

³⁸ B. Bensaude-Vincent, *Lavoisier...*, op. cit. p. 74-78.

"Es imposible abordar el estudio de las ciencias físicas sin haber hecho algunas lecturas sobre aspectos matemáticos. Todo es proporción en la naturaleza y todo es oscuro para quienes no tienen una idea de la proporción y del cálculo. Por otra parte, sin el estudio de las matemáticas no se tiene idea de la naturaleza de una demostración. No se conocía este método del razonamiento que lleva de lo conocido a lo desconocido y con cuya ayuda se llega a los conocimientos más difíciles".³⁹

Finalmente, el desarrollo reciente de la química –y notablemente los propios trabajos de Lavoisier, a quien sus colegas observaban algunas veces más como físico que como químico–,⁴⁰ muestran a la química indisociable de la física :

"(...) es imposible hacer un buen curso de física sin introducir hasta cierto punto la química y, viceversa, hacer un buen curso de química sin precederlo con algunas nociones elementales de física. Los puntos de unión entre las dos ciencias aumentan día con día, desde que los físicos y los químicos adoptaran un método común, el de las matemáticas, una vez que las suposiciones han sido rechazadas y se ha admitido más como una certeza aquello que está probado por la experiencia".⁴¹

La importancia de la teoría y la necesidad de precisión son de nueva cuenta afirmadas en las memorias sobre mecánica aplicada :

"La parte hidráulica y el arte del carpintero exigen sobre todo un estudio (particular), donde los detalles más minuciosos no son descuidados. Finalmente, es indispensable que una teoría profunda sustituya en principio una experiencia, la cual no puede adquirirse más que con el paso del tiempo. Pero para esto no basta contentarse con algunas nociones generales de mecánica, es saber calcular el efecto que cada una de las piezas de un molino debe producir ; es necesario todavía saber trazarlas y conocer el tipo de madera que les es más apropiada".⁴²

³⁹ Archive Académie des Sciences, Lavoisier 1259, Projet datant de 1780-1781.

⁴⁰ E. Grison, M. Goupil, P. Bret, *A Scientific Correspondance during the Chemical Révolution, Louis-Bernard Guyton de Morveau and Richard Kirwan, 1782-1802*, Berkeley, University of California, 1994, 165.

⁴¹ Cours de philosophie expérimentale, vers 1792 (Archive Académie des Sciences, Lavoisier 1260). Cf. B. Bensaude-Vincent. "A view of the chemical revolution through contemporary textbooks : Lavoisier, Fourcroy and Chaptal", *British Journal for History of Science*, 23 (1990), 435-460.

⁴² "Observations sur la construction des ateliers et des machines nécessaires à la fabrication de la Poudre", Essonnes 1785 (Cornell, La Forte, Box 3d.), f° 1. No obstante, el trabajo del comisario, como el del ingeniero de Puentes y carpinteros, pasa igualmente por el conocimiento de los materiales, afín de escoger la madera "que dura más tiempo y opone menos resistencia a la fuerza motora." (*Ibid.* f° 1 v°). Es en esta condición solamente, donde el comisario podrá "dirigir una construcción, prevenir las faltas de un maestro carpintero e incluso reemplazarlo, debido a su poca instrucción. Esto sucede con frecuencia, pues es muy raro que éste se halle lo suficientemente experimentado para diseñar el movimiento de un molino con la precisión necesaria."

De hecho, parece que Gengembre no jugó en estas disciplinas más que un papel de repetidor, comentando sucintamente algunos grandes clásicos, como el célebre *Curso de matemáticas* de Bézout, reeditado constantemente desde 1764, la *Arquitectura hidráulica* de Bélidor (1737-1739), de la cual una reedición fue donada en 1782, o los *Nuevos experimentos sobre la resistencia de los fluidos*, publicados en 1777 por d'Albert, Condorcet et Bossut. Los apuntes tomados por los alumnos prueban la existencia de una voluntad de actualización de los conocimientos, misma que encontraremos nuevamente en los cursos de química.⁴³

3. UN CURSO ELEMENTAL ABIERTO SOBRE LA INVESTIGACIÓN FUNDAMENTAL

Si bien poseemos pocos datos con relación al contenido y nivel de enseñanza de las matemáticas y de la física, por lo que respecta a la química la información que poseemos es mas abundante. En efecto, conocemos uno de los cursos de la Escuela de Pólvora, en gran parte gracias a una de sus primeras versiones. La Forte, uno de los alumnos de Gengembre –tres años mayor que éste– conservó los apuntes del mencionado curso que inició el 13 de marzo de 1785.⁴⁴

Este manuscrito, de más de 200 páginas, no menciona el nombre del profesor, pero caben pocas dudas de que se trata de Gengembre. Solamente se conservan la introducción general y la parte sobre minerales. Conforme al "plan de la naturaleza" la división de cuerpos o "seres naturales" de los tres reinos, incluía primero el estudio de los minerales, "ya que su análisis es el más fácil, el más satisfactorio y mucho más avanzado que el de los otros reinos".⁴⁵

La estructura general del texto es por ello marcadamente clásica : se trata de hecho de un resumen, sin duda del dictado, de las *Lecciones elementales de química* de Fourcroy. Publicadas en 1782 tal obra es por tanto reciente, pero guarda notables aspectos de originalidad. Yo destacaría cuatro :

- 1) La introducción sobre los "Principios elementales de química", a la vez fuertemente newtoniano y condillaciano, marca la influencia de Lavoisier quien es citado en una nota de la página 4, entre dos referencias a

⁴³ Cornell, La Forte, Box 3d.

⁴⁴ "Cours de chymie commencé le 13 mars, année 1785" (Cornell, La Forte, Box 3d). Este curso consta de 46 folios numerados, de 4 páginas cada uno y de algunas páginas suplementarias, seguido de un anexo de 6 folios de 4 páginas.

⁴⁵ *Ibid.*, f° 4/3.

Newton.⁴⁶ Luego de dos páginas en las que se presenta la química como la ciencia dedicada al análisis de las sustancias, "una rama muy extendida de la física", Gengembre expone el método general para "conocer las cualidades absolutas de los cuerpos, (que) se hallan fuera del alcance de nuestros sentidos": la observación y la experimentación. Le siguen las "propiedades generales de los cuerpos", la atracción y las afinidades, luego las principales operaciones químicas (disolución, precipitación, cristalización), finalizando con una larga clasificación.

2) El curso en sí mismo comprende un cierto número de apéndices. Se trata por lo general de complementos e interpretaciones contradictorias, tomadas con frecuencia de Macquer, pero también de Scheele, Bergman, etc., con el fin de hacer una actualización posterior de trabajos más recientes. Algunos ejemplos escogidos de la primera mitad del curso bastarán para ilustrar esta voluntad por unirse a los esfuerzos de una ciencia en construcción:

- El logro exitoso del análisis y síntesis del agua por Lavoisier y Meusnier, tan crucial en el desarrollo de la revolución química, en marzo de 1785 –algunos días antes del comienzo del curso–, aparece desde la página 24, después de citar al *Diario de Física* de mayo de 1784, en el cual se describe el aparato utilizado en la descomposición del agua.

- De la página 25 a la 44 se mencionan los experimentos recientes de Cavendish en torno a la formación del gas nitroso por medio de una chispa eléctrica en una mezcla de "mofeta" y de aire puro.⁴⁷ Numerosos trabajos presentados en la academia pero todavía inéditos, son igualmente mencionados a lo largo de todo el curso.

- En la página 49 se habla de la demostración hecha en la Academia por Berthollet, el 20 de abril de 1785, donde comprobó que el ácido marino se sobrecarga de aire puro luego de ser destilado con magnesia. La memoria donde aparece dicho experimento se publicaría hasta 1788.⁴⁸

- Por último, de las páginas 31 a la 34, se expone la descomposición del álcali volátil, presentado el 18 de junio ante la Academia también por

⁴⁶ "La diferencia que reina entre estos cuerpos (duros, blandos, líquidos, fluidos) depende evidentemente de la mayor o menor cohesión de sus moléculas. Se ignora la causa de este fenómeno. A partir de la teoría de M. Lavoisier, se piensa que dicha cohesión obedece a los diferentes grados de afinidad entre los cuerpos con la materia del fuego." (*Ibid*, f° 1/4).

⁴⁷ Cavendish, "Expériences sur l'air lues par M. Cavendish... traduites de l'anglais par M. Pelletier", *Journal de Physique*, t. 25, 1784, pp. 417-429 y t. 26, 1785. pp. 38-51.

⁴⁸ En sus "Observations sur l'eau régale et sur quelques affinités de l'acide marin", Berthollet confirma una observación de Scheele.

Berthollet, pero que no será publicada hasta 1786, en una nota por el *Diario de Física*, y en 1786, en su totalidad, en las *Memorias de la Academia Real de Ciencias*.⁴⁹ En resumen, puede decirse que el curso de química de Gengembre es notable por sus estrechos lazos con la investigación de vanguardia.

- 3) El recurrir con frecuencia a la demostración experimental hace pensar que el profesor efectuaba, muy probablemente, sus demostraciones en presencia de los estudiantes. Esto es notorio en el caso de las preguntas en torno al debate de la combustión del azufre o del óxido rojo de mercurio para destacar la función del oxígeno,⁵⁰ o incluso, la misma naturaleza del hielo : así, después de haber señalado que "el agua congelada aumenta su Volumen, no caben dudas sobre el experimento de los académicos de Florencia", a continuación, Gengembre presenta las tesis corrientes (burbujas de aire atrapadas en el hielo, adición de un fluido frigorífico) que "están lejos de ser satisfactorias". Después de haber presentado su demostración, concluye : "no viendo otras causas admisibles de este fenómeno y encontrándolo en concordancia con los otros hechos, me siento en el derecho de reconocerlo como verdadero". Así, los alumnos se hallan familiarizados con el método científico y la práctica experimental, los cuales aplican en sus trabajos de investigación aplicada.

- 4) Para terminar, conviene destacar que el curso se completaba por una "Teoría de la disolución de metales en ácido", explicada en su totalidad recurriendo al balance de los reactivos. Se trata aquí de un ejemplo único de matematización de la química generado en el Arsenal, el corazón geográfico e intelectual de la revolución química. Es evidente que esta lección está inspirada en la memoria presentada por Lavoisier en la Academia en enero de 1785. Sin embargo, el texto no constituye en lo absoluto una simple reproducción.⁵¹ Su carácter distintivo reside en la pretensión de otorgarle una validez general a la representación algebraica contenida en sus "Fórmulas generales para la disolución de metales".⁵²
Así mismo, encontramos una disposición para elaborar procedimientos matemáticos, la cual aparece claramente en la Escuela de Pólvora en 1785 con la esperanza de convertirlos en sistemas operatorios. En ninguna otra

⁴⁹ M. Goupil, *Le chimiste Claude-Louis Berthollet (1748-1822). Sa vie-son oeuvre*, Paris, Vrin, 1977.

⁵⁰ "Cours de chymie...", f° 27/4, 28/1.

⁵¹ "Considérations générales sur la dissolution des métaux dans les acides", *Mémoires de l'Académie royale des Sciences pour 1782* (1785), pp. 492/511 (leídas el 22 de enero de 1785).

⁵² M. Goupil, quien había tratado el tema, no lo menciona ("Les tentatives de mathématisation de la imie au XVIII^e. Échecs et opposition", *Sciences et techniques en perspective*, 1 (1981-1982), 2/1-24).

parte se hallará un ejemplo más preciso que en el curso mismo, en la resolución de una ecuación con dos incógnitas dada la "fórmula para determinar la cantidad de aire puro contenida en una mezcla de aire cualquiera" :

$$x = [(a + c - b) / 109] \cdot 40^{53}$$

CONCLUSIÓN

A pesar de su originalidad, la estructura general de la enseñanza teórica y práctica de la Escuela de Pólvora es sin duda más novedosa que el contenido del curso de química en sí mismo. No obstante, se observa claramente la voluntad de unir la ciencia en acción y el espíritu de investigación en todos los niveles del curso escolar. Esta disposición, de sobra extendida en la Escuela de Pólvora, se muestra como uno de los puntos centrales de la educación determinada por Lavoisier.⁵⁴

Dentro de este establecimiento de la administración pública moderna, la acción pedagógica de Lavoisier ocupa un lugar destacado. Si la Escuela de Pólvora no conoció el desarrollo ulterior de sus hermanas mayores (La Escuela de Ingeniería, Puentes y Caminos) o de su contemporánea (Las Escuelas de Minas), su creación tuvo un papel considerable en la formación de un nuevo cuerpo de ingenieros. La modernidad de este proceso se manifiesta en la instrucción que los comisarios de Pólvora recibieron posteriormente. Los cursos revolucionarios de 1795 que Chaptal y Ribeaucourt impartieron, así como la subsiguiente integración del curso de la Escuela de Pólvora al sistema de la Escuela Politécnica, se inscriben directamente en la herencia educativa instaurada por Lavoisier.

⁵³ *Cours de chymie...*, f° 11/4 :

Siendo a = ácido nitroso.

Siendo b = lo que queda después de la combinación del aire nitroso con el aire puro.

Siendo c = el aire comúnmente empleado.

$$c = y + x$$

"y" siendo la parte impura del aire común, y

"x" la cantidad de aire vital que contiene ese mismo aire común.

Se sabe además que la relación del aire nitroso con el aire vital en el ácido nitroso es de 69 :40. De ello es claro que

$$b = y + a - 69/40$$

$$b = c - x + a - (69/40).x$$

$$40 b = 40 c - 40 x + 40 a - 69 x$$

$$109 x = 40 a + 40 c - 40 b$$

$$x = [(a + c - b) / 109] \cdot 40$$

⁵⁴ Por ejemplo, a propósito de la espuma marina : "Como no sabemos si la espuma de mar ha sido analizada, no se pueden dar más que conjeturas sobre su naturaleza. He aquí lo que nos ha parecido más probable sobre sus principios constitutivos..." ("Eaux méres", p. 4, Cornell, La Forte, Box 3d).