

**El Curso de química general aplicada a las artes (1804-1805)
de José María San Cristóbal y Josep Garriga i Buach.**

Antonio García Belmar

(Universitat d'Alacant)

José Ramón Bertomeu Sánchez

(Universitat de València-CSIC)

Introducción

Entre 1804 y 1805 se publicaron en París dos volúmenes en castellano de un "curso de química general aplicada a las artes" cuya impresión fue costeada por la monarquía española. Los autores del texto fueron dos pensionados – José María San Cristóbal y Josep Garriga i Buach- que habían viajado recientemente a la capital francesa para perfeccionarse en asuntos relacionados con la química. El libro fue presentado en la primera clase del Instituto de Francia en junio de 1805 por Guyton de Morveau que también publicó una favorable reseña en la revista *Annales de Chimie*, donde alababa la actualización del texto y su buena descripción de instrumentos científicos. Los autores habían utilizado instrumentos del laboratorio de Alexander Charles (1746-1823) y Nicolas Vauquelin (1763-1829) y habían contado con la colaboración de Manuel Esquivel de Sotomayor (n. 1777), un grabador español que también se encontraba en París pensionado por el gobierno español. La impresión corrió a cargo de Charles Crapelet (1762-1809), un célebre impresor parisino que había publicado en esos años varias obras de historia natural con grabados. El libro de Garriga y San Cristóbal estaba dedicado al soberano español e incluía una larga introducción con párrafos destinados a demostrar la utilidad de las ciencias para el progreso de la industria:

"Las ciencias naturales y exactas que tanto han contribuido a los progresos de la agricultura, de la industria, y de las artes en las primeras naciones de la Europa, necesitaban en España un protector tal como V.M., y unos tan celosos promovedores como las personas que han merecido su augusta confianza"¹

En su dedicatoria al Rey, Garriga y San Cristóbal comparaban estos "conocimientos útiles" con las "investigaciones y disputas" escolásticas cuyo único fruto habían sido las "abstracciones" y la producción de "partidos, querellas, y animosidades"². Por el contrario, las ciencias naturales - y, en particular, la química- podían realizar notables contribuciones en diversos terrenos de la vida humana. Garriga

y San Cristóbal afirmaban que la química alumbraba "los diferentes ramos de la filosofía natural", puesto que ofrecía conocimientos interesantes al físico, al mineralogista, al "meteorologista" o al "botánico", "fisiólogo" o "médico". Pero también señalaban los dos pensionados españoles que la química podía "menos sublime" "pero no menos útil" descender "a los talleres de la industria" y establecer "los principios de las artes":

" Otras veces menos sublime, pero no menos útil, la Química desciende a los talleres de la industria, y estableciendo los principios de las artes, simplifica y perfecciona sus diversas operaciones: aquí dicta leyes al agricultor [...] allá prescribe al farmacéutico las reglas que debe observar en la confección de los remedios [...] en otra parte siguiendo un rumbo diferente y aun opuesto, ó preside á la fundición de las diversas armas, cuya invención inspiró a los hombres el furor de la marte, o enseña a purificar y mezclar los ingredientes de aquel polvo terrible que en un instante sacrifica mil víctimas [...] Por último la Química es útil a la mayor parte de las artes, y sus ventajosas aplicaciones interesan señaladamente al metalurgista, al alfarero, al fabricante de vidrio, al tintorero, al destilador, al curtidor, etc."³

Estas frases remiten inevitablemente a un importante debate en la historia de la ciencia que persiste en la actualidad: ¿qué papel jugaron las ciencias naturales, y en particular la química, en las transformaciones de la industria que suelen asociarse con la revolución industrial? A esta cuestión, que ya interesó a los propios protagonistas de estos acontecimientos, los historiadores han respondido de muy diversas formas. Frente a los que asocian las principales innovaciones de la revolución industrial con avances empíricos desarrollados por artesanos con escasos o nulos conocimientos de ciencia se encuentran todos aquellos que consideran a la ciencia como una pieza clave en este proceso. No obstante, cada vez son más los historiadores que, como Frederic L. Holmes, señalan que ninguna de las dos posturas extremas es suficiente para representar satisfactoriamente las complejas interacciones que tuvieron lugar en esos años, por lo que todavía son necesarios muchos estudios para aclarar esta cuestión.⁴

El análisis de la obra de Garriga y San Cristóbal puede ofrecer algunas pistas sobre este problema, en particular acerca de las características generales de los libros de química aplicada a las artes que alcanzaron una gran popularidad a principios del siglo XIX. A través del ejemplo elegido, se analizará la estructura y los contenidos de este nuevo género de literatura química, un grupo de obras que, según sus autores, debían servir de puente entre las instituciones académicas y los talleres de los artesanos. Para conseguir tales objetivos, los autores de estas obras tuvieron que viajar a varios lugares de Francia y afrontar el problema de la recopilación y la ordenación de saberes técnicos que, en muchas ocasiones, tenían carácter secreto. Este tipo de viajes realizados por Garriga y San Cristóbal no fueron excepcionales en esos años. Por el contrario, formaban parte de una práctica impulsada por los gobiernos borbónicos y un gran número de instituciones ilustradas, entre las que destacan las Sociedades de Amigos del País⁵.

Debido a estas características, las biografías de Garriga y San Cristóbal ofrecen abundante información sobre los procesos de apropiación de los conocimientos

teóricos y prácticos a través de varios mecanismos bastante diferentes: las publicaciones impresas, los cursos públicos de química, los laboratorios y los viajes de estudios o de espionaje. A través del libro de texto que publicaron, analizaremos las dificultades asociadas con cada uno de esos espacios que estaban regulados por normas y valores muy diferentes acerca del modo y las condiciones en las que debía producirse la transmisión de información. Algunos de los lugares que visitaron Garriga y San Cristóbal eran espacios tradicionales de formación en conocimientos y prácticas asociadas con la química pero también visitaron establecimientos educativos que habían sido creados recientemente, como consecuencia de los cambios educativos producidos durante la Revolución Francesa. Debido a ello, el contexto institucional de sus viajes presenta las tensiones entre continuidad y ruptura características de finales del siglo XVIII que han sido el origen de frecuentes y apasionadas polémicas entre los historiadores. El análisis comenzará con las poco conocidas biografías de los dos personajes elegidos, desde sus primeros años formativos hasta su llegada a la capital francesa. A continuación, se estudiarán las características generales del libro, comenzando por su retórica acerca de la utilidad de la química. En varias ocasiones, se comparará la obra de los pensionados españoles con otros libros de texto franceses de esos años, particularmente con los publicados por Antoine Chaptal, autor de uno de los más conocidos libros de química aplicada a las artes. De este modo, se estudiará la estructura y algunos de los contenidos de la obra de Garriga y San Cristóbal, especialmente las cuestiones que informen acerca de las posibles aplicaciones de la química en la industria. El trabajo finalizará con los datos disponibles acerca de las actividades de Garriga y San Cristóbal en los años inmediatamente posteriores a la publicación.

1.- Los años de formación de Josep Garriga i Buach y José María de San Cristóbal

Cuando los dos pensionados españoles fueron enviados a Francia a principios del siglo XIX, ambos llevaban bastante tiempo dedicados al estudio de asuntos relacionados con la química. Los primeros años de la vida de José María de San Cristóbal son poco conocidos y sólo sabemos que en 1792 estuvo matriculado en la Escuela de Minas de Almadén, donde figura como “ingeniero de Almadén”⁶. Mucho más conocida es esta primera fase de la vida de Garriga i Buach que había nacido en 1777 en el seno de una familia de agricultores de Sant Pere Pescador, un pueblo del Ampurdán, situado en la actual provincia de Girona. Su formación revela las posibilidades que las reformas borbónicas habían generado para el estudio de las ciencias naturales. Estudió filosofía en la Universidad de Cervera y, posteriormente, continuó su formación en uno de los espacios tradicionales de aprendizaje de la química: las boticas de farmacia. Tras un período de práctica en la botica que Jaime Carbonell Serra (m. post. 1817) tenía en la calle Riera de San Juan en Barcelona, Garriga obtuvo el título del Real Protomedicato de Barcelona en 1797⁷. Completó su formación asistiendo a las clases de matemáticas y física experimental que Antoni Cibat (1770-1811) comenzó a impartir en el Colegio de Cirugía de Barcelona⁸.

Más adelante, Garriga obtuvo una pensión para estudiar en la Universidad de Montpellier, gracias al apoyo del ayuntamiento de Girona que disponía de un Colegio

en la capital del Languedoc desde finales de la Edad Media. En los años en los que Garriga estudió, el número de pensionados del colegio de Girona en Montpellier se había reducido considerablemente porque la facultad de medicina estuvo dirigida principalmente a la formación de médicos militares para la República Francesa⁹. Cuando Garriga llegó a Montpellier, las clases de química eran impartidas por Jean Antoine Chaptal y su ayudante y sustituto en la cátedra, Joseph Guillaume Virenque, (1759-1829). Virenque estuvo encargado en esos años del laboratorio de química que fue dotado con los aparatos que habían sido adquiridos para el laboratorio de Chaptal en la Société Royale des Sciences de Montpellier. No se trataba de un laboratorio destinado a la enseñanza de los estudiantes, por lo que su uso estaba limitado al profesor y sus ayudantes¹⁰. Garriga intentó conseguir el puesto de jefe y preparador de este laboratorio y, aunque finalmente no lo consiguió, se le otorgó, gracias a la calidad de las pruebas que realizó, “la facultad de asistir al laboratorio” para presenciar las operaciones que en él se ejecutaban en preparación de las demostraciones del curso¹¹. Garriga pudo, de este modo, adquirir una formación experimental en química, muy superior a la de la mayor parte de sus compañeros estudiantes de la facultad de medicina. Además, siguió otros cursos de física y de química impartidos en la *école centrale* de Montpellier y en 1800 ganó un concurso público de física bajo la dirección del profesor de física y química esta escuela Claude Roucher-Deratte (1761-1840), autor de varios trabajos sobre ciencias y sus aplicaciones a las artes. En noviembre de ese año, Garriga presentó una disertación para obtener el grado de licenciado en Medicina en la Facultad de Montpellier con el título de “Dissertation Médico-Chimique sur le besoin qu’a un Général d’armée de consulter le médecin-chimiste pour le bonheur de son armée”. Garriga probablemente tuvo la oportunidad de poner en juego sus ideas inmediatamente cuando participó en la expedición organizada por el gobierno francés para investigar la epidemia que afectó a Andalucía durante el año 1800. El proyecto partió de una petición de ayuda del ayuntamiento de Cádiz a la Universidad de Montpellier que contó con el apoyo de Chaptal, en ese momento a cargo del Ministerio del Interior. Además de Garriga, la comisión estuvo integrada por dos médicos jóvenes más (César Cairergers (1777-1837), G.M.L. Plantade) y varios profesores de Montpellier, entre los que figuraban Pierre Lafabrie (1751-1827), profesor de anatomía, y Jean Nicolas Berthe (*fl.* 1800-1802), que sería el autor de un informe detallado de la campaña¹².

De este modo, la fama de Garriga fue aumentando y comenzó a formar parte de diversas sociedades académicas. Fue nombrado socio de las Academias Médicas de Madrid¹³ y de Barcelona¹⁴ y la Universidad de Montpellier lo recomendó al gobierno español a través del embajador francés en España, Lucien Bonaparte, para que fuera destinado a una posible cátedra de química¹⁵. Garriga no obtuvo ningún puesto en España y decidió dirigirse a París donde asistió a diversos cursos de ciencias y medicina entre 1801 y 1802. Tras las reformas introducidas por la revolución, París se había transformado en el principal centro académico de Francia, con una impresionante variedad de cursos públicos y privados de ciencias que atraían estudiantes de toda Europa. Como otros pensionados españoles, Garriga asistió a los cursos del Collège de France, una institución que ofrecía cursos gratuitos y abiertos impartidos por conocidos autores de obras científicas de esos años. Garriga siguió los

cursos de física experimental de Louis Lefevre-Gineau (1751-1829) y los de “química relativa a las artes” que Nicolas Vauquelin impartió en esta institución y en su laboratorio¹⁶. Vauquelin se convirtió en el protector de Garriga al igual que de otros pensionados españoles como Mateu Orfila i Rotger (1787-1853) y José Radón (1768-ca.1836)¹⁷. Garriga también estudió en el recientemente creado Museum d’Histoire Naturelle, donde pudo escuchar, entre otros, los cursos de mineralogía de René Just Haüy (1743–1822), los de botánica de René

L. Desfontaines (1750-1833) y los de anatomía comparada de Georges Cuvier (1773-1838). También pudo escuchar en esta institución los cursos de química aplicada a las artes de Antoine Louis Brongniart (1742-1804) y los de química general de Antoine Fourcroy (1755-1809)¹⁸. Garriga asistió a la Ecole de Médecine de París, presenciando las clases de física médica e higiene de Jean Noël Hallé (1754-1822) y Nicolas René Desgenettes-Dufriche (1762-1837) así como el curso de patología de Philippe Pinel (1745-1826)¹⁹.

En mayo de 1803, el gobierno español lo pensionó con 12.000 reales anuales para que se dedicara "al estudio de los tintes"²⁰. De este modo, Garriga añadió su nombre a la larga lista de pensionados españoles que en esos años pasaron algunos meses o años en la capital francesa para mejorar sus conocimientos de química. El primer grupo numeroso de viajeros partió en la década de los años ochenta, gracias al apoyo de las Sociedades Económicas de Amigos del País y de los gobiernos de Carlos III. La guerra hispano-francesa que siguió a la creación de los gobiernos revolucionarios paralizó estos viajes pero, a principios del siglo XIX, un nuevo proyecto volvió a relanzarlos: la Escuela Práctica de Química de Madrid. El plan de la escuela preveía que varios estudiantes de Proust viajaran a París con el fin de completar sus estudios de química para, posteriormente, ser contratados en las cátedras que debían crearse en diversos puntos de la península. Aunque el plan nunca llegó a completarse, sirvió para que varios de sus estudiantes - por ejemplo, Benito Téllez de Meneses, Gabriel Fernández de Taboada y Esteban Brunete- pasaran unos años de formación en París. A ellos hay que añadir el mineralogista Francisco Antonio Codón, y los ya mencionados José Radón, instrumentista del Observatorio Astronómico de Madrid, y Mateu Orfila i Rotger, este último pensionado por la Junta de Comercio de Barcelona en 1807. De este modo, Garriga y San Cristóbal coincidieron en París con un numeroso grupo de estudiantes de química españoles con los que probablemente entraron en contacto. Al igual que algunos de estos pensionados, poco después de su llegada a París, Garriga comenzó a colaborar con revistas científicas francesas. En la revista *Annales de Chimie*, publicó un artículo en el que informaba sobre un fenómeno extraño ocurrido en España, consistente en la caída de granos de una especie desconocida, algunos de los cuales habían germinado misteriosamente. Garriga relacionaba este fenómeno con los estudios sobre los meteoritos y mencionaba el análisis que había realizado por Louis Proust de una de estas rocas caída en Aragón²¹.

También publicó en la influyente revista *Decades Philosophique* una reseña de la *Epidemiología* de Joaquín Villalba²². La obra le había sido facilitada por Fernando de la Serna (*fl.* 1803-1823)²³, “comisario y agente general de relaciones comerciales en Francia”, un personaje que también contribuyó posteriormente a la edición del libro de química aplicada a las artes. Tras una larga y detallada reseña del libro de Villalba, Garriga describía su colaboración en la expedición a Andalucía y ponía en duda ciertas

pruebas realizadas con fumigaciones mediante ácidos minerales, señalando que había realizado experiencias que le habían conducido a constatar la inexactitud de algunas afirmaciones sobre estas prácticas. En medio de una gran polémica sobre la utilidad de estas fumigaciones para combatir las enfermedades contagiosas, este pequeño comentario de Garriga fue traducido al alemán y publicado en la revista alemana *Annalen der Physik*²⁴.

En resumen, cuando Garriga comenzó la publicación, junto con San Cristóbal, de su libro de texto de química general aplicada a las artes, era un personaje relativamente conocido en el mundo académico francés. La publicación de esta obra reforzó su prestigio. En enero de 1805, fue presentada por Guyton de Morveau en una sesión de la clase de ciencias matemáticas y físicas del *Institut de France* y aparecieron reseñas muy favorables en varias prestigiosas revistas francesas²⁵. El autor de la reseña publicada en la *Décade Philosophique* indicaba que la obra era una prueba del "impulso favorable que las ciencias acababan de recibir en España y de los esfuerzos que el gobierno realizaba para apoyarlas"²⁶. François Joseph Double (1776-1842), médico y autor de la reseña publicada en el *Journal de Médecine*, afirmaba que, gracias a su interés por ofrecer los últimos conocimientos disponibles, los pensionados españoles habían escrito "el tratado de química más completo existente". En su elogioso informe, Double no sólo resumió la estructura general de la obra sino que también realizó un largo resumen del capítulo dedicado al análisis químico de las sales²⁷. Por su parte, Guyton de Morveau, además de alabar la estructura y actualización de la obra, destacó la calidad de las trece láminas incluidas en el primer volumen, con las que los autores describían las máquinas y los instrumentos tratados en el libro.

Todas estas laudatorias reseñas indican la buena acogida que recibió la obra de Garriga y San Cristóbal en Francia. Quizás parte del éxito procedió de su pertenencia a un género que alcanzó gran popularidad en esos años : la química aplicada a las artes. En el siguiente apartado, se discutirán algunas de las características de este tipo de obras y las razones que permitieron a los pensionados españoles escribir uno de los primeros libros de texto de este tipo. Como veremos, la obra de Garriga y San Cristóbal puede considerarse como la culminación de diversos proyectos relacionados con la química impulsados desde varios sectores de la sociedad española durante el último tercio del siglo XVIII.

2.- La química al servicio de las artes industriales

A lo largo del siglo XVIII, la química sufrió diversos cambios en su posición institucional y en su relación con otras disciplinas, tales como la medicina, la farmacia y la física experimental. Su consolidación como disciplina académica supuso ciertas dificultades para integrar su antigua asociación con diversas actividades artesanales. La antigua contraposición entre ciencia y arte suponía un grave conflicto en el caso de la química. Si se aceptaba esta contraposición, para poder entrar en las academias y las sociedades eruditas del siglo XVIII, es decir, para ser considerada como ciencia, la química debía ser despojada de parte de los conocimientos y de las prácticas experimentales que la asociaban con actividades artesanales como la

minería, la metalurgia, la fabricación de tintes, la vidriería, etc. Una estrategia que se reveló muy adecuada para solucionar este problema fue la sustitución de esta división entre "scientia" y "ars" por las categorías de "chemia pura" y "chemia applicata". Esta innovación fue introducida por el químico sueco Johann Gottschalk Wallerius a mediados del siglo XVIII y fue rápidamente difundida hasta transformarse en una diferenciación común a principios del siglo XIX. Estas nuevas categorías encajaban plenamente con las ideas ilustradas acerca de las ventajas que ofrecían las ciencias para el bien común, de modo que la defensa de la utilidad pública de la química fue uno de los argumentos habitualmente empleados durante la segunda mitad del siglo XVIII con el fin de recabar apoyos para esta disciplina²⁸.

Estos cambios disciplinares de la química coincidieron con la aparición de diversos movimientos económicos y políticos que fueron receptivos a las declaraciones en favor de la utilidad de la química realizadas por muchos autores del siglo XVIII. En Centroeuropa, los políticos cameralistas consideraron a la química como una *Hilfswissenschaft*, cuyo valor principal residía en la formación de funcionarios que pudieran guiar las tareas del estado en asuntos como la minería, la agricultura o las actividades artesanales²⁹. En Gran Bretaña, William Cullen defendió la utilidad de la química para las artes desde sus clases en la Facultad de Medicina de las universidades de Glasgow y Edimburgo, una estrategia que permitió la ampliación del público de sus lecciones. Otros autores como Black o Priestley exploraron las ventajas de la química en medicina y, a finales del siglo XVIII, la creación de la Royal Institution de Londres ofreció un nuevo espacio público para la ciencia, desde donde H. Davy pudo defender la utilidad de la química en las artes y en la agricultura³⁰. En Francia, los gobiernos de Turgot impulsaron políticas de fomento de la industria, consultando en numerosas ocasiones a los miembros de la Académie des Sciences³¹. Posteriormente, los gobiernos revolucionarios realizaron un amplio reclutamiento de *savants* para distintos cargos en la administración, lo que, junto con las dificultades ocasionadas por el bloqueo comercial, creó un escenario idóneo para ensayar las posibilidades que la ciencia ofrecía en la mejora de la industria, la agricultura o el armamento. Químicos relevantes como Fourcroy o Chaptal alcanzaron puestos importantes dentro de la administración del estado, y bajo sus manos quedó el fomento de la educación y de la industria³². Las grandes esperanzas depositadas por algunos autores de esos años en las supuestas aplicaciones prácticas de la química aparecen claramente expresadas en una obra que apareció casi al mismo tiempo que el libro de Garriga y San Cristóbal: el diccionario de química de Charles Louis Cadet (1769-1821). En su introducción, recogía un pequeño resumen de un "Roman chimique" proyectado por su tío, el agrónomo Antoine Cadet-de-Vaux (1743-1828):

“ [...] Il supposait qu’une réunion d’hommes de tous états quittaient le continent pour s’établir dans une colonie. Une tempête les jette dans une île déserte, mais fertile; ils ne sauvent de leur naufrage que quelques grains et quelques instruments de construction. Nouveaux Robinsons, ils ont bientôt épuisé toutes leurs ressources, et le découragement s’empare d’eux, lorsqu’un chimiste, qu’ils avaient d’abord dédaigné parce qu’il n’était que savant, devient leur sauveur. Il leur apprend à distinguer les terres propres à différentes cultures, il leur fait connaître les végétaux qui

peuvent leur procurer des liqueurs fermentées, de l'huile, de la fécule, des teintures, des tissus; il découvre les métaux dans le sein de la terre, il enseigne l'art de les traiter en grand, il établit des ateliers pour la fabrication du savon, du papier, du verre, des poteries, des cuirs, des couleurs, en un mot de tous les arts chimiques. Enfin, dominant par le seul droit qui puisse être légitime, le droit des lumières et des bienfaits, il devient le chef de la colonie."³³

En el caso de España, la retórica que asociaba la química con el desarrollo de las artes resultaba muy atractiva para las políticas de fomento de la industria y de la agricultura propiciadas por los gobiernos ilustrados españoles de la segunda mitad del siglo XVIII. También resultaba interesante para el programa desarrollado por las sociedades económicas de amigos del país establecidas en esos mismos años, por lo que muchas de ellas trataron de impulsar la enseñanza de la química. El ejemplo más conocido es la cátedra de la Sociedad Vascongada de Amigos del País. Subvencionada por el Ministerio de la Marina, la cátedra de química recibió la aprobación real en septiembre de 1777 y allí enseñaron Louis Proust (1754-1826) y François Chabaneau (1754-1842)³⁴. Tras la Vascongada, otras muchas Sociedades trataron de fundar cátedras para la enseñanza de las ciencias dirigidas a sus aplicaciones a las artes, aunque sólo en un número reducido de casos, se llevaron adelante. En 1784, la Sociedad Económica de Sevilla realizó un proyecto que no llegó a cristalizar y, tan sólo dos años después, la Sociedad Económica de Valencia impulsó un nuevo intento de creación de una cátedra de química destinada principalmente al estudio de los tintes, unos productos de gran valor para la importante industria de seda valenciana. Aunque inicialmente no pudo llevarse a cabo, este último proyecto fue desarrollado en el marco de la reforma de plan de estudios realizada por el rector Blasco que incluyó la química dentro de los estudios de medicina. Recogiendo las peticiones de la Sociedad Económica, el plan de estudios indicaba que, además de las lecciones dedicadas a la “parte médica de la química”, debían realizarse por la mañana lecciones de química general y sus aplicaciones a las artes, industrias y minas³⁵.

También la Sociedad Económica Aragonesa realizó trámites en esos años para la creación de cátedras de ciencias pero sus esfuerzos no fructificaron hasta finales de la década siguiente. La cátedra de química se inauguró en abril de 1797 y se estableció un pequeño laboratorio que, entre otros instrumentos, incluía alambiques, recipientes de vidrio, una balanza hidrostática, un areómetro y una máquina eléctrica. Las clases se impartían tres veces a la semana entre los meses de noviembre y mayo y se empleaba como libro de texto una traducción castellana de los *Elémens de chymie théorique et pratique* de Guyton de Morveau. Los alumnos eran examinados anualmente a través de disertaciones públicas sobre un tema de química y alguna pruebas de laboratorio³⁶. Estos proyectos recibieron un impulso adicional por parte del gobierno con la creación de la ya mencionada Escuela Práctica de Química en Madrid, donde debían formarse varios profesores con destino a algunas de las cátedras de las sociedades. De esta escuela, procedía Esteban Brunete que, tras pasar el obligatorio período de formación en París, fue nombrado profesor de química en Zaragoza. Del mismo modo, Benito Téllez de

Meneses fue nombrado en 1804 profesor de una escuela de química que se pensaba establecer en Valladolid bajo la protección de la sociedad económica. Téllez de Meneses realizó el obligatorio viaje de estudios en París y, a su vuelta, se trasladó en 1807 a Valladolid para hacerse cargo de la cátedra de química. Según su testimonio, impartió las enseñanzas entre noviembre de ese año y finales de abril de 1808, momento en el que "los acontecimientos públicos paralizaron [...] toda clase de enseñanzas y escuelas públicas"³⁷. Otro caso similar es el de Gabriel Fernández Taboada quien, tras asistir cuatro años a las lecciones de Proust, fue también seleccionado como uno de los discípulos de la recién creada escuela práctica de química. Tras el viaje de estudios en París, fue destinado a la enseñanza de la química "en el seminario de Nobles de la Montaña" en Santander, donde se dirigió en 1807, aunque no pudo impartir estas clases debido a que no se llegó finalmente a establecer el laboratorio de química³⁸.

A estos intentos hay que sumar la cátedra que estableció la Junta de Comercio de Barcelona a principios del siglo XIX. Josep Garriga i Buach se presentó como candidato para ocupar este puesto pero la dirección recayó finalmente en Francesc Carbonell i Bravo (1768-1837), también farmacéutico, discípulo de Chaptal y autor de notables contribuciones en el terreno de la química aplicada a las artes. Esta fue la cátedra más duradera puesto que, tras un breve período de inactividad durante la guerra del francés, Carbonell retomó las lecciones que fueron continuadas posteriormente por su discípulo Josep Roura i Estrada (1787-1860)³⁹. Garriga y San Cristóbal enviaron a la Junta de Comercio de Barcelona un ejemplar de su libro de química aplicada a las artes, poco después de su aparición⁴⁰.

Todos estos proyectos, tanto los exitosos como los fallidos, indican el interés que despertaba la química aplicada a las artes en diversos sectores de la sociedad española en los años en los que Garriga y San Cristóbal publicaron su curso de química en París. Su obra, por lo tanto, no puede considerarse como una contribución aislada sino, por el contrario, como el resultado de toda una larga serie de iniciativas dirigidas a introducir la enseñanza de la química aplicada a las artes. Hemos visto que entre ellas figuraron tanto la creación de cátedras de enseñanza de la química como la subvención de viajes de formación o espionaje que condujeron a muchos autores españoles a la capital francesa, donde pudieron tomar contacto con algunos de los más importantes químicos de su tiempo. Garriga y San Cristóbal dieron un paso más en esta dirección con la publicación de una de las primeros libros de texto de química aplicada a las artes. Debido a la novedad de este género de obras, ni sus contenidos ni su estructura estaban claramente definidos y Garriga y San Cristóbal tuvieron que tomar muchas decisiones al respecto. En el siguiente apartado, abordaremos algunas de estas cuestiones a través de los trabajos de un autor que tuvo gran influencia en estas decisiones: Jean Antoine Chaptal (1756-1832).

3.- ¿Una recopilación de procedimientos empíricos o una obra de principios teóricos?

El curso de química general aplicada a las artes de Garriga y San Cristóbal se publicó entre 1804 y 1805, es decir, tres años antes de la más famosa de las obras de este tipo, escrita por Jean Antoine Chaptal. Chaptal había sido profesor de Garriga en Montpellier y, en los años siguientes, alcanzó un fuerte poder político, como ministro de Napoleón y miembro de su Consejo de Estado. También dirigió varias industrias químicas, realizó numerosas propuestas para renovar sus prácticas y elaboró conocidas monografías sobre la producción de vino y la industria de tintes⁴¹.

¿Qué contenidos figuraban dentro de este nuevo tipo de obras de química aplicada a las artes? ¿En qué se diferenciaban estos cursos de los restantes libros de texto de química? Si se comparan los *Elémens de Chymie*, el popular manual de química de Chaptal, aparecido por primera vez en 1790, con su *Chimie appliquée aux arts*, publicado en 1807, resulta evidente que, a pesar de las declaraciones iniciales, existían un gran número de semejanzas entre estas dos obras. La primera incluía referencias a los usos de las diversas sustancias en la industria y en la medicina, con largos apartados dedicados a temas como la fabricación de jabón o la siderurgia⁴². De hecho, en sus memorias, Chaptal atribuyó el éxito de los *Elémens de Chymie* a sus “numerosas aplicaciones a las artes”, un aspecto que consideraba novedoso en esos años⁴³. También destacaba esta característica su editor, señalando como principales novedades de la tercera edición la descripción del “arte de extraer la sosa de la sal marina”, “los medios para fabricar el jabón en cualquier lugar y de modo económico”, “los procedimientos simples para curtir el cuero en pocos días”, “los métodos sencillos para recolectar la resina de nuestros bosques” y el artículo dedicado a la producción artificial de salitre, al mismo tiempo que recordaba la labor de Chaptal junto al gobierno revolucionario para impulsar la producción de pólvora⁴⁴. Si los *Elémens de Chimie* estaban plagados de referencias a los procedimientos artesanales, la *Chimie appliquée aux arts* contenía un gran número de contenidos teóricos relacionados con la teoría de afinidades, las sustancias simples, el análisis mineral, la formación de ácidos y bases, etc. En realidad, Chaptal consideraba esta última obra como “un Traité de Chimie dont il a la marche et la méthode”, de modo que podía servir para el estudio de esta ciencia al mismo tiempo que ofrecía información sobre la “preparación y los usos de casi todas las sustancias [...] empleadas en las artes”⁴⁵.

Una causa de la semejanza entre las dos obras eran las ideas de Chaptal acerca de la química aplicada a las artes. Al igual que había pretendido Claude Berthollet en su primer volumen de sus *Eléments de l'Art de la Teinture*⁴⁶, Chaptal no perseguía una recopilación de los procesos artesanales de cada industria concreta, sino la reunión de estas operaciones bajo los principios generales de la química. Una lista de procesos artesanales –argumentaba Chaptal– conduciría inevitablemente a una obra de excesiva extensión y plagada de repeticiones tales como, por ejemplo, las resultantes de la descripción de sustancias comunes en todas las artes (el agua, el aire, el calor, la luz). Debido a ello, Chaptal consideraba que el “auténtico medio de ilustrar a las artes” no consistía en la descripción detallada de procedimientos industriales, sino en la reunión de todas estas operaciones bajo unos mismos principios teóricos generales:

“ Je n’ai pas cru devoir donner, pour chaque art, ces nombreux détail d’exécution qui constituent la pratique d’un ouvrier plutôt que la science de l’artiste. J’ai pensé que, dans une Chimie appliquée aux arts, on devait se borner à faire connaître les principes chimiques sur lesquels chaque art est établi; j’ai cru que, dans un ouvrage de cette nature, on devait éclairer les pas de l’artiste, et ne pas avoir la prétention de lui tracer une route purement mécanique, dans laquelle la pratique de quelques jours lui donne plus de connaissances qu’on ne pourroit lui en transmettre par des écrits; j’ai voulu, en un mot, éclairer un artiste, et n’ai pas prétendu former un ouvrier; j’ai constamment supposé que j’écrivois pour l’artiste qui exécute, et non pour l’apprentif qui entre dans un atelier”⁴⁷

Al igual que en este fragmento, Chaptal defendió en otros pasajes de la introducción de su popular *Chimie appliquée aux arts* su propósito de realizar una “una obra de principios” y no una recopilación recetas prácticas⁴⁸. Este punto de vista estaba relacionado con las ideas pedagógicas del químico francés. Chaptal defendía que las operaciones manuales asociadas con estas industrias no podían ser aprendidas mediante la simple lectura de manuales como el suyo, sino a través de la práctica en los talleres. Así también lo creía Garriga que, en una memoria sobre la elaboración de tintes, afirmaba que estos procedimientos se aprendían a través de la visita a los talleres pero muy poco a través de “la lectura de las mejores descripciones, por muy exactas que sean”⁴⁹. Esta formación práctica era habitualmente asegurada gracias a las instituciones gremiales y a la relación entre maestros y aprendices. La supresión de los gremios durante el período revolucionario había producido una crisis en este modelo formativo, provocando la desaparición de prácticas como el “compagnonnage” que propiciaba el movimiento de los artesanos para conocer nuevos procedimientos, lo que Chaptal consideraba de gran valor⁵⁰. En su famoso “Essai sur le perfectionnement des arts chimiques en France”, Chaptal urgía al establecimiento de un nuevo modelo de formación de los artesanos. Chaptal insistía en la necesidad de la formación práctica del obrero, que debía seguir realizándose en los talleres con la colaboración de los maestros y la supervisión del Estado⁵¹. No obstante, consideraba que los maestros artesanos - aquéllos que destinados a la dirección de las manufacturas- debían recibir una formación más especializada, que reemplazara la adquirida a través del “compagnonnage”⁵². Esta formación, según Chaptal, no podía ser adquirida a través de los cursos de química existentes en esos momentos porque estos cursos trataban demasiados temas como para ofrecer los detalles necesarios a cada arte⁵³. Por ello, Chaptal proponía la creación de cuatro establecimientos, tres de los cuales estarían dedicados a “los trabajos de tintes”, “los metales y sus preparaciones”, “las tierras y sus usos en la fabricación de cerámica y vidriería”, mientras que el cuarto abordaría la enseñanza de cuestiones tales como la formación de las sales, la producción de ácidos y álcalis, o la destilación de vinos⁵⁴. Aunque estos proyectos no llegaron a fraguar, durante sus años al frente del Ministerio del Interior pudo influir decisivamente en la reforma de la enseñanza, defendiendo sus ideas sobre las ventajas del conocimiento científico para el progreso de la industria⁵⁵.

De acuerdo con sus ideas pedagógicas, Chaptal publicó dos tipos de obras diferentes dirigidas a renovar la formación de los artesanos. Por un lado, su ya mencionado libro de química aplicada a las artes, una obra de “principios”, cuyo

objetivo era “ilustrar” a los artesanos, señalando las ideas de la química que podían favorecer la comprensión de los procedimientos artesanales y sugerir vías para su perfeccionamiento. Según Chaptal, la obra contenía "los verdaderos principios de esta ciencia" relacionándolos con "todas las operaciones de los artes que emanan de ellos"⁵⁶ aunque reconocía que sólo ofrecía una descripción suficientemente detallada de las “artes simples”, es decir, de todas aquellos procesos que consistían en una sola operación o que eran producidos bajo la influencia de un único agente. Las artes complicadas (“arts compliqués”) no podían ser tratadas con tanto detalle y sus principios estaban dispersos en varios capítulos de su obra⁵⁷. Por ello, en el mismo año que apareció su *Chimie appliquée aux arts*, Chaptal publicó varios tratados particulares dedicados a estas “artes complicadas”, tales como la fabricación de vino o la tintura del algodón en rojo⁵⁸.

Es evidente, por lo tanto, que Chaptal otorgaba un papel diferente a cada una de estas obras en la formación de los artesanos, tal y como se refleja en la publicación casi simultánea de ellas. Chaptal consideraba que la descripción detallada de procesos industriales podía difundir los métodos existentes y, de este modo, “elevar a todos los artistas al mismo grado de conocimientos” pero pensaba que era inútil para hacer avanzar a la industria. Por el contrario, la química aplicada a las artes podía aclarar cada operación, “explicar todos los resultados” y hacer que el artista dominara sus procedimientos, de modo que pudiera variarlos, simplificarlos, perfeccionarlos y prever y calcular todos los resultados⁵⁹. Así la química podía no sólo perfeccionar los artes sino también crear otros nuevos, tal y como, según Chaptal, mostraban avances tales como los recientes métodos de blanqueado de telas, la fabricación artificial -“de toutes pièces”- de la sal amoníaco, el alumbre y las caparrosas, la descomposición de la sal marina para la extracción de la sosa, la adición de nuevos mordientes al arte de la tintura, la producción y el refinado del salitre y la pólvora mediante procedimientos más simples y seguros, la simplificación de las operaciones de curtido de pieles y la destilación de vinos, el perfeccionamiento de los métodos de extracción de metales, la obtención de medios de calentamiento más económicos, la mejora del alumbrado de las habitaciones mediante combustión del aceite y la realización de los espectaculares viajes en globos aerostáticos⁶⁰.

Con esta larga lista de ejemplos de las aplicaciones de la química, Chaptal pretendía convencer a sus lectores de las ventajas del estudio de obras como la suya. Desde su punto de vista, la química aplicada a las artes tenía múltiples objetivos: la difusión de los procedimientos industriales más ventajosos, la explicación y mejoramiento de estos procesos y, finalmente, la invención de nuevos métodos de producción de sustancias que reemplazaran a los tradicionales. Cada objetivo podía ser alcanzado con un tipo diferente de publicación. Mientras que la difusión de los procedimientos artesanales podía ayudar a la adopción generalizada de los métodos más convenientes, la enseñanza de los principios de la química aplicada a las artes debía servir para promover la reflexión acerca de los métodos empleados y propiciar la aparición de

otros nuevos. Tan ambicioso proyecto no sólo comportaba una complicada recopilación de procedimientos que, en muchas ocasiones, eran secretos. También suponía la adecuada selección de los conocimientos químicos relevantes en cada caso y su presentación con un orden didáctico y con un lenguaje que fuera inteligible para su público destinatario: los artesanos. En los siguientes puntos se analizarán algunas de las estrategias que siguieron los pensionados españoles para hacer frente a estos problemas.

4.- El público destinatario de las obras de química aplicada a las artes

Al igual que Chaptal, Josep Garriga i Buach y José María de San Cristóbal perseguían realizar una “obra de principios” con su *Curso de química general aplicada a las artes*. El libro de los pensionados españoles no consistía en una recopilación de recetas prácticas sino en una presentación general de la química de su tiempo, con numerosas referencias a su aplicación a las artes industriales. Probablemente, Garriga y San Cristóbal pretendía dirigir su libro a los maestros artesanos españoles y a los estudiantes de cursos de química establecidos por las Sociedades Económicas de Amigos del País.

Resulta inevitable preguntarse si una “obra de principios” podría ser interesante para “el metalurgista, el alfarero, el fabricante de vidrio, el tintorero, el destilador, el curtidor”, tal y como defendían Garriga y San Cristóbal en su prólogo. ¿Cómo recibieron estos públicos destinatarios las obras de química aplicada a las artes? El químico de Rouen, Jean-Baptiste Vitalis, autor de una popular *Manuel du Teinturier* que San Cristóbal tradujo años más tarde⁶¹, señalaba que obras teóricas como estas eran raramente consultadas por los artesanos. Vitalis criticaba la parte teórica de la obra *Eléments de l'art de la teinture* de Berthollet y señalaba que:

"Les ouvriers, ne consultant guère que les livres qui traitent spécialement de la partie dont ils s'occupent ... et où ils pourroient trouver des instructions précieuses, cessent de les intéresser de moment où ces instructions se trouvent confondues avec des principes étrangers à leur profession"⁶²

Los largos discursos sobre la utilidad de la química, colocados a los principios de las obras de Chaptal y de Garriga y San Cristóbal, indican la existencia de cierta indiferencia o quizás rechazo por parte de los artesanos a estos nuevos conocimientos. Muchos artesanos debían pensar - como señalaba Chaptal- que “expérience passe science”, es decir, que su saber empírico, alcanzado a través de años de ensayos en los talleres, no podía ser superado por los conocimientos ofrecidos por la ciencia. Por ello, algunos debían considerar al químico que se acercaban a sus talleres como un “innovador peligroso”⁶³. El director de varias fábricas de curtido de pieles, Cayetano Miguelez, que publicó un libro en Madrid casi al mismo tiempo que aparecía la obra de

Garriga y San Cristóbal, reconocía que la química había ofrecido nuevos medios para "indagar los oscuros misterios de la naturaleza". Sin embargo, señalaba que había evitado la presentación de las operaciones del curtido "con aquel aparato científico que alucina en vez de ilustrar, que encubre y confunde los principios más sencillos en vez de aclararlos y desenvolverlos". Y añadía:

"teniendo presente que escribo un arte, y un arte que han de aprender las gentes menos instruidas, me ceñiré, en cuanto pueda, a su capacidad; les pondré en las manos las primeras materias; caminaré con ellos al obrador; les enseñaré el uso que tienen, y el que deben darles; y por decirlo de una vez, las emplearé yo mismo, y trabajaré con ellos"⁶⁴

Muy probablemente, estas frases representan las opiniones de muchos artesanos que desconfiaban de las posibles explicaciones químicas de sus procesos y que pensaban que los mismos debían ser aprendidos con la práctica habitual de los talleres. Lamentablemente, son muy escasas las fuentes disponibles para conocer estas ideas de los artesanos, dado que compartían una cultura oral que sólo en contadas ocasiones fue reflejada en manuscritos o impresos. Estos escasos testimonios no deben hacer olvidar, sin embargo, las resistencias que debieron plantearse ante la incursión en su territorio de los químicos de finales del siglo XVIII, representantes de una cultura académica que les resultaba extraña.

Tal y como hemos visto, Chaptal no proponía la substitución de la cultura artesanal por el conocimiento científico de la química sino que defendía la creación de vínculos duraderos entre químicos y fabricantes, de modo que cada uno de ellos aportara sus conocimientos propios sin menospreciar los saberes ajenos. Entre los problemas existentes para producir la comunicación entre químicos y artesanos figuraba el diferente lenguaje empleado por cada una de estas dos comunidades. Lo que los químicos habían denominado al principio "ácido vitriólico" y, más tarde, ácido sulfúrico, era designado por los artesanos a principios del siglo XIX con el nombre de "aceite de vitriolo" ("huile de vitriol")⁶⁵. La reforma de la terminología química, que había consolidado un modo de nombrar basado en la composición de los cuerpos, aumentó las distancias entre el lenguaje de los químicos y el de los artesanos⁶⁶. Por ello, a pesar de que Chaptal alababa las ventajas de la nueva terminología para la enseñanza, consideraba necesario mantener en su obra las expresiones antiguas empleadas por los artesanos:

"... j'ai eu soin de présenter dans cet ouvrage les termes techniques usités dans les arts ou reçus dans la

société à côté des nouvelles dénominations. Je pense que, comme il est impossible de changer le langage de l'ouvrier-peuple, il faut descendre jusqu'à lui, et par ce moyen l'associer à nos découvertes. [...] bien loin de nous isoler, multiplions nos rapports avec l'artiste; bien loin d'aspirer à l'asservir à notre langue, inspirons-lui de la confiance en apprenant la sienne. Prouvons à l'artiste que nos rapports avec ui sont plus étendus qu'il ne l'imagine; et par ce rapprochement, établissons une confiance réciproque et un concurs de lumières qui ne peuvent que tourner au profit des arts et de la chymie"⁶⁷

Aunque Garriga y San Cristóbal emplearon y defendieron la nueva terminología química en su obra, resulta evidente que eran conscientes del problema de comunicación con el mundo artesanal planteado por los nuevos términos. Los nuevos nombres eran especialmente útiles en el caso de las sales que no sólo era el grupo de sustancias donde existía mayor diversidad terminológica sino también el que más había crecido en esos años. Garriga y San Cristóbal, tras mencionar las nuevas reglas de denominación de las sustancias propuestos por Lavoisier, Guyton de Morveau, Fourcroy y Berthollet en su *Méthode de nomenclature chimique*, alababan sus ventajas frente a los "nombres indigestos y vagos" empleados anteriormente:

"Tales son los luminosos principios establecidos para nombrar las sales por los célebres autores de la nomenclatura metódica que en esta sabia producción desplegaron con la mayor brillantez conocimientos no menos vastos que profundos de metafísica y química, y con cuyo auxilio es ahora tan fácil el estudio de las sales, como sería difícil, por no decir imposible, respecto del gran número que se han descubierto en estos últimos tiempos, si se hubiesen de expresar todavía con aquel cúmulo de nombres indigestos y vagos que se les daba antes de la memorable época que acabamos de recordar"⁶⁸

A pesar de estas declaraciones, Garriga y San Cristóbal colocaron junto a los términos una gran cantidad de sinónimos tradicionales para facilitar su comprensión. De este modo, al tratar del "sulfato de magnesia" comenzaban indicando sus otros nombres ("sal de Epsom", "sal de Egra", "sal de Sedliz", "sal catártica amarga", "magnesia sulfatada", "magnesia vitriolada" y "vitriolo de magnesia") y lo mismo ocurría con otras sales, tal y como aparece reflejado en la siguiente tabla:

Nombre empleado	Sinónimos	Garriga-San Cristóbal (1804-5)
Sulfato de sosa	Sal admirable de Glaubero, álcali mineral vitriolado, vitriolo de sosa, sosa sulfatada	II, 151.
Sulfato de potasa	Sal policresta, de Glazer, tartaro vitriolado, vitriolo de potasa, sal de duobus, arcano duplicado	II, 126.
Sulfato de estronciana	Estronciana sulfatada	II, 124.
Acido sulfúrico	Acido vitriólico	II, 30.

Garriga y San Cristóbal remarcaron en algunas ocasiones las ventajas de los nombres antiguos frente a los modernos en algunos casos en los que las reglas de la nueva terminología daban lugar a expresiones "demasiado largas, y por lo tanto embarazosas", tal y como ocurría en el caso del alumbre:

"el alumbre es una sal triple o cuádruple, compuesta de ácido sulfúrico en exceso, de alúmina y potasa, o de alúmina y amoniaco, y muy comúnmente de alúmina, potasa, y amoniaco; por lo que debe variar su

nombre según su constitución llamándole en consecuencia, ya sulfato ácido de alúmina y potasa, ya sulfato ácido de alúmina y amoniaco, ya finalmente sulfato ácido de alúmina, potasa, y amoniaco, denominaciones demasiado largas y por lo tanto embarazosas, a que generalmente se prefiere en los casos ordinarios el simple nombre de alumbre"⁶⁹.

Además de la terminología, otro importante argumento en contra de la química era la diferente escala de los procesos estudiados en el laboratorio y en los talleres. Aunque Chaptal criticaba "la obstinación" de los artesanos que rechazaban toda novedad procedente de la química, también alertaba contra "el abuso que se había hecho de la palabra química" e invitaba a los artesanos a no otorgar una "confianza ciega" a todas las obras de esta ciencia. Además del peligro de "adeptos y charlatanes", que existían en química "como en otra ciencias", el artesano debía evitar la introducción apresurada de innovaciones que sólo estuvieran basadas en "especulaciones", "cálculos de gabinetes" o "algunos pequeños resultados del laboratorio"⁷⁰. Además de los factores económicos que debían tenerse en cuenta en un establecimiento industrial, Chaptal recordaba las diferencias entre los procesos de laboratorio y los procesos industriales y señalaba que raramente el químico podía trabajar a gran escala ("travailler en grand"), con las cantidades, los materiales y las maquinarias que eran habituales en la industria⁷¹. Garriga, en una memoria sobre la producción de tintes que leyó ante el Institut de France, indicaba que estos problemas sólo podían resolverse con la colaboración de químicos y fabricantes:

"Plusieurs chimistes ont cru remplir l'objet qu'exigent les arts quand ils ont obtenu une couleur belle et solide par un moyen économique, mais ils n'ont pas fait attention qu'il ne s'agit pas seulement de donner des couleurs belles et solides, il faut outre cela que le Frabricant ne trouve de perte ni de difficulté dans la serie des opérations qu'il doit practiquer pour fabriquer l'étoffe qu'il se propose de faire avec la laine teinte, ou si l'on teint en drap, que celui-ci soit moilleux, bien corsé et qu'il ait toutes les qualités qu'exige le consommateur. Le chimiste porpose, a dit un savant et le Fabricant juge et decide, et on pourrait ajouter le chimiste popose quelque fois mal, et le fabricant juge et décide souvent encore plus mal, car il faut avoir les connaissances théoriques et pratiques pour pouvoir proposer et juger"⁷²

Para realizar una química aplicada a las artes no bastaba, por lo tanto, con asistir a los excelentes cursos de química impartidos en París. De modo semejante al naturalista, el químico debía presenciar y practicar por sí mismo los diferentes procesos artesanales para comparar sus principales características y tratar de explicarlos de acuerdo con los conocimientos de su ciencia. La química aplicada a las artes, por lo tanto, podía ser definida en los siguientes términos, tal y como hacía Chaptal:

"La chimie appliquée aux arts sera donc cette science qui, de l'analyse comparée des opérations de tous les arts, fera découler quelques loix générales où viendront se rapporter les effets sans nombre que présentent les ateliers"⁷³

La realización de esta “historia natural” de la industria química suponía costosos viajes para tratar de recabar información acerca de las prácticas realizadas en los talleres. Indudablemente, uno de los problemas era el secreto con el que se transmitían estos procedimientos artesanales. Chaptal consideraba que la nueva química había realizado un importante trabajo para desvelar estas prácticas⁷⁴ pero todavía eran muchas las trabas que encontraban los visitantes de los talleres para recopilar información sobre los procesos artesanales, tal y como revelan los viajes de Garriga y San Cristóbal. Tras publicar los volúmenes dedicados a la parte mineral de su obra, Garriga estuvo varios años en Francia estudiando los procedimientos de fabricación de tintes con especial atención a los empleados para la obtención y fijación del índigo. Según el elogioso informe que hicieron Vauquelin, Gay-Lussac y Bertholet, Garriga tuvo que superar “los obstáculos para instruirse en las operaciones del arte de la tintura” y para “practicarlas por sí mismo en diferentes talleres y en diferentes partes de Francia”⁷⁵. Algunos años más tarde, San Cristóbal emprendió el proyecto de realizar un libro dedicado a los tintes y viajó, como Garriga, a diversos puntos de Francia para recopilar información. En un informe, San Cristóbal señalaba que este arte “sólo se puede aprender en los obradores” y recordaba las dificultades para penetrar en los talleres, “y cuantas más y cuanto mayores para penetrar de una manera útil, esto es, para asistir a las operaciones, hacerse comunicar los procederes y poner mano a la obra”⁷⁶. En otro documento, San Cristóbal nos ha dejado una excelente descripción de los pasos que se debían seguir para vencer estas barreras:

"Viajar de una parte a otra, [...] averiguar de antemano los nombres de los principales propietarios de manufacturas, [...] buscar para ellos algunas recomendaciones que las más veces son inútiles, de gastar mucho tiempo en ganar la confianza de los más accesibles, antes de penetrar en el santuario, digámoslo así, de las artes y conferir con sus ministros; a todo lo cual se agregan todas las trabas [que suponían el escaso valor de su pensión de 1000 reales mensuales que debían servir] “para viajar [...] gratificar operarios y lo que es sobremanera útil o para decirlo con más verdad, del todo necesario hacer ajustes con los maestros que le dejen a uno ver, preguntar y hacer libremente, sin cuya condición es imposible lograr el objeto propuesto”⁷⁷

Dados todos estos problemas, resulta comprensible que Garriga y San Cristóbal no tuvieran tiempo de realizar una recopilación de información de este tipo para cada una de las artes en su libro. Como veremos en los ejemplos citados más adelante, las fuentes que emplearon fueron otras obras impresas, en general, otros libros o artículos publicados en revistas de la época, tales como *Annales de Chimie*. Muy poca información parece proceder de visitas a talleres o entrevistas a artesanos para que les revelaran sus procedimientos prácticos. Es posible que, como Chaptal, pensaran que su curso de química general debía ser seguido por varios tratados particulares dedicados a ciertas artes. Como ya hemos señalado, tanto Garriga como San Cristóbal continuaron trabajando en asuntos relacionados con la industria de tintes pero sólo Garriga llegó a publicar un trabajo sobre el tema que mereció ser comentado en el Institut de France. El

proyectado libro de San Cristóbal y su traducción de una obra de Vitalis quedaron inéditos, como veremos más adelante.

Años más tarde, mientras preparaba su inconcluso libro de tintes en Francia, San Cristóbal se lamentaba de no haber podido finalizar esta obra, señalando que tal libro "acaso se esperará inútilmente mucho tiempo, por ser muy raro que un químico se haga artesano o un artesano químico"⁷⁸. El propio Chaptal, que contaba con la ventaja de haber dirigido varias industrias químicas y con la información recopilada durante sus años al frente del Ministerio del Interior, reconocía que había tenido que dejar de lado un buen número de industrias por miedo a propagar errores o conocimientos tomados de segunda mano⁷⁹. La realización de una "obra de principios" era mucho más sencilla para estos autores que la recopilación y comparación de los múltiples procedimientos artesanales empleados en los talleres franceses. Todo ello explica que el libro de Garriga y San Cristóbal fuera muy semejante a otros libros de texto de esos años puesto que gran parte de la información recogida provenía de los cursos de química a los que asistieron o de otros libros publicados. Como Chaptal, Garriga y San Cristóbal tuvieron que resolver el problema de la organización de su libro de texto, es decir, debieron buscar la secuencia de materias más adecuada al objetivo didáctico perseguido. Esta será la cuestión que se discutirá en el punto siguiente.

5.- Un orden para la enseñanza de la química

La obra de Garriga y San Cristóbal estaba concebida en siete secciones distribuidas en cuatro tomos, de los que sólo se publicaron dos. En la primera parte, al igual que en las obras de Chaptal⁸⁰, se ofrecía una introducción general a la teoría de las afinidades, donde se recogían ideas de la *Statique chimique* de Berthollet, aparecida sólo un año antes⁸¹. A continuación, como era habitual en las obras de esos años, los dos pensionados españoles presentaban las diversas sustancias químicas conocidas, comenzando por el reino mineral con la intención de finalizar con el vegetal y el animal. Durante el siglo XVIII, el aumento del número de sustancias conocidas había obligado a los autores de libros de texto a tomar decisiones acerca del orden de presentación de las mismas. La consolidación de la química como disciplina había conducido a la búsqueda de ordenaciones propias, basadas en los conocimientos de esta ciencia, y no en las tradicionales divisiones de la historia natural. Así lo manifestaba Fourcroy al principio de su monumental *Système des connaissances chimiques* aparecido en 1800, una obra que, sin duda, conocieron Garriga y San Cristóbal durante su viaje a París:

"ce n'a donc jamais été que pour se faire entendre relativement aux corps dont il avait à parler, que le chimiste a suivi les distinctions méthodiques des naturalistes. [...] Mais désormais ses pas ne seront plus liés aussi étroitement à ceux des méthodistes en histoire naturelle. Parvenue, par ses dernières découvertes sur les éléments primitifs, au

point de pouvoir classer les corps d'après leur nature intime ou le nombre et la proportion de leurs principes constituants, la chimie s'est frayé une route nouvelle..."⁸²

Como vemos, Fourcroy sugería basar las clasificaciones de los cuerpos en los resultados del análisis químico y, de este modo, reemplazar las antiguas clasificaciones procedentes de la historia natural⁸³. Este criterio dejaba abiertas dos posibilidades: bien descender de los compuestos más complejos a los más simples o bien pasar de los más simples a los más complejos. Ambas posibilidades planteaban problemas, tal y como recordaba Chaptal en su discusión acerca del orden que debía adoptarse en sus *Elémens de chymie*:

"Ces principes généraux sur l'étude de la chymie une fois établis, on peut ensuite procéder de deux manières dans l'examen chymique des corps, ou bien aller du simple au composé, ou descendre du composé au simple: ces deux méthodes ont des inconvéniens, mais le plus grand sans doute qu'on éprouve en suivant la première, c'est qu'en commençant par les corps simples on présente des corps que la nature ne nous offre que rarement dans cet état de simplicité et de nudité, et l'on est forcé de cacher la suite d'opérations qui a été employée pour dépouiller ces mêmes corps de leurs liens et les ramener à cet état élémentaire. D'un autre côté, si on présente les corps tels qu'il sont, il est difficile de parvenir à les bien connoître, parce que leur action réciproque, et en général la plupart de leurs phénomènes, ne peuvent être saisis que d'après la connoissance exacte de leurs principes constituans, puisque c'est d'eux seuls qu'ils dépendent"⁸⁴

Tanto Chaptal como Garriga y San Cristóbal se decantaron por seguir el orden de complejidad creciente, pasando "siempre de los compuestos más sencillos a los más complicados"⁸⁵. No sólo lo emplearon en su libro de texto sino también en algunas de sus publicaciones sobre la industria. En su memoria sobre el índigo, leída en 1807, Garriga señalaba que los complicados métodos de tintado del pastel podían ser simplificados y aclarados si se seguía el precepto de "ir de lo simple a lo compuesto y de lo conocido a lo desconocido"⁸⁶. Estos fueron los criterios de ordenación empleados en la mayor parte de libros de texto de esos años. Había sido ya defendido por autores del siglo XVIII, como Pierre Macquer, y también por Antoine Lavoisier y encajaba perfectamente con las ideas de Condillac acerca del aprendizaje. Después conocer las sustancias más simples, los estudiantes podían pasar a conocer las sustancias binarias formadas por estas, luego a las ternarias, posteriormente a las combinaciones de estas, etc. De este modo, el autor del libro de texto se aseguraba de que todas las sustancias necesarias para describir las características de un determinado compuesto habían sido descritas previamente. Ahora bien, como señalaba Chaptal, este orden suponía comenzar por las sustancias menos conocidas por los estudiantes (las sustancias elementales) y retrasar la descripción de otras como el agua o el aire que formaban parte de la vida cotidiana y, además, jugaban un gran papel en la química. Por eso, a pesar de las declaraciones programáticas de los prólogos, muchos autores de libros de texto de esos años tuvieron que tomar decisiones que apartaban la estructura de sus obras del orden de complejidad creciente o del mandato de ir "de lo conocido a lo desconocido".

Veamos cuáles fueron las decisiones tomadas por los dos pensionados españoles en este complicado asunto⁸⁷.

En la obra de Garriga y San Cristóbal, tras el capítulo introductorio dedicado a las afinidades, seguía "el examen de las sustancias simples" pero sólo se consideraban aquéllas que, según los autores, jugaban un papel semejante a "los elementos de Aristóteles" así como los "álcalis fijos". A pesar de reconocerlos como sustancias simples, dejaban fuera de esta sección a los metales, con el fin de evitar repeticiones en la sección de minerales. También aducían que los fenómenos de sus combinaciones eran mucho más complicados que los que presentan "los combustibles simples no metálicos, las tierras, y los álcalis" y, debido a ello, su comportamiento no podía entenderse "sin el previo conocimiento de otros muchos cuerpos que era imposible incluir en la misma sección"⁸⁸. Los pensionados españoles mencionaban aquí uno de los problemas relacionadas con las ordenaciones "de lo simple a lo complejo": la obtención de ciertas sustancias elementales - en este caso, los metales- exigía mencionar sustancias compuestas que, al seguir el orden creciente de complejidad, no habían sido descritas previamente. Por ejemplo, al describir el proceso de extracción del plomo era necesario mencionar la galena y otros minerales semejantes, es decir, sustancias compuestas que no podían haber sido tratadas en el libro de texto antes de finalizar con las sustancias simples. En el caso de Garriga y San Cristóbal, este problema debió parecerles imposible de solución para el caso de los metales, un grupo de sustancias que obviamente debían jugar un papel importante dentro de una obra de química aplicada a las artes. De este modo, al colocar los metales separados del resto de sustancias simples, Garriga y San Cristóbal se aproximaban a la ordenación que había adoptado Chaptal en sus *Elémens de Chymie*, donde los metales figuraban poco después de la "Lythologie", constituyendo así el capítulo que cerraba sus dos volúmenes de química mineral⁸⁹. Fourcroy siguió también una ordenación semejante en su *Système des connaissances chimiques* y, aunque reconocía la pertenencia de los metales al grupo de las "matières combustibles simples", reservó su discusión para el volumen quinto⁹⁰. Otros populares libros de texto franceses de esos años siguieron un camino parecido⁹¹.

Los metales sólo eran uno de los muchos casos en que los autores de libros de texto se apartaron del orden "de lo simple a lo complejo". Tal y como hizo también Antoine Lavoisier en su *Traité*, Garriga y San Cristóbal no incluyeron en la sección de sustancias simples a "los ácidos muriático, fluórico, y borácico", "aunque hasta el día [había] sido imposible descomponerlos", con el fin "de no separarlos de los demás cuerpos de su clase [los ácidos], con quienes tienen relaciones tan íntimas como multiplicadas"⁹². Según las ideas de Lavoisier los ácidos eran considerados "como producto de la combinación de las sustancias combustibles simples ... con el oxígeno" y, por ello, eran descritos al principio del segundo volumen. La colocación de los ácidos muriático, fluórico y borácico en este apartado suponía un problema dentro del orden de complejidad creciente pero permitía agrupar las sustancias con propiedades químicas semejantes, un criterio al que Garriga y San Cristóbal dieron preferencia sobre el anterior en otras ocasiones. Así se refleja en sus decisiones respecto al agua, al aire y al álcali volátil que analizaremos a continuación. Estas sustancias, consideradas por los químicos como compuestas, eran discutidas dentro

de los primeros capítulos, junto con las sustancias elementales. Garriga y San Cristóbal justificaban esta incongruencia del siguiente modo:

"Pero podíamos acaso separar el tratado del aire del agua del de sus respectivos elementos? donde hubiéramos considerado estos poderosos agentes de la naturaleza más oportunamente y con mayor utilidad? Igualmente hubiera sido un absurdo separar el álcali volátil de los álcalis fijos, y no tratar de las combinaciones de las sustancias de cuya combinación resultan"⁹³

LAMINA 1: Métodos para carbonatar el agua. [Texto Pie]: La figura 1 representa un aparato para carbonatar el agua diseñado en 1775 por J.M. Nooth y perfeccionado por el fabricante de vidrio inglés William Parker y el viajero y químico portugués Jovo Jacinto de Magalhaes (1722-1790). Una importante novedad de este diseño es el empleo de vidrio esmerilado para los tapones. También aparece una representación de un procedimiento para carbonatar agua "en grande" (figura 2) según un modelo de dos fabricantes de aguas minerales de París.

Los pensionados españoles señalaban aquí otro de los problemas que presentaba el seguimiento estricto de la ordenación de lo simple a lo compuesto. En primer lugar, sustancias de tanta importancia como el aire y el agua, presentes en un gran número de procesos químicos, debían ser tratadas después de las sustancias elementales, lo que significaba retrasar su descripción hasta bien avanzado el libro. Para solucionar este problema, Garriga y San Cristóbal tomaron una decisión semejante a la de Chaptal en sus *Elémens de Chymie*, donde el aire y el agua eran tratados inmediatamente después de los capítulos dedicados al hidrógeno, oxígeno e hidrógeno⁹⁴. Sin embargo, en su *Chimie appliquée aux arts*, Chaptal cambió esta situación e incluyó el aire en el tomo III, dentro del apartado dedicado a las mezclas de los cuerpos gaseosos⁹⁵ mientras que las características del agua las presentó al final de este tercer tomo, después de los óxidos metálicos y en un apartado particular dedicado a las combinaciones del oxígeno con el hidrógeno⁹⁶. Esta ordenación es la que finalmente se impuso en muchos libros de texto franceses de la primera mitad del siglo XIX, aunque autores como Jacob Berzelius o Jean Lassaigne continuaron recordando sus problemas: el orden de lo simple a lo complejo suponía tratar en primer lugar sustancias con las que los estudiantes no habían tenido ningún contacto previo mientras que otras, más familiares, como el agua y el aire debían esperar varios capítulos⁹⁷.

Mucho más complicada era la solución del segundo problema señalado por Garriga y San Cristóbal en el texto citado anteriormente: la situación del "álcali volátil" o amoníaco. Garriga y San Cristóbal, como Chaptal en sus *Elémens de Chymie*, colocaron esta sustancia junto con los "álcalis fijos", la sosa y la potasa, dos sustancias que figuraban en esos años entre las elementales por no haber podido ser descompuestas. Sin embargo, su similitud química con el amoníaco, que había sido descompuesto en hidrógeno y nitrógeno, hicieron albergar sospechas sobre el posible carácter compuesto de estos álcalis⁹⁸. Algunos autores sugirieron que los tres álcalis podían estar formados por nitrógeno y otra sustancia, por lo que al primero se le había

sido denominado "alcaligène". La presencia en la atmósfera del principio generador de los ácidos (oxígeno) y del principio generados de los álcalis (nitrógeno o alcalígeno) ofrecía una situación armoniosa que otorgaba más verosimilitud a esta hipótesis⁹⁹. Siguiendo estas ideas, Chaptal incluyó los álcalis en un capítulo dedicado a las combinaciones del gas nitrógeno con (a) el gas hidrógeno (amoníaco) y (b) "los principios terrosos" (álcalis fijos)¹⁰⁰. Fourcroy también colocó estas sustancias en un mismo apartado dedicado a los álcalis, donde también situó la barita y la estronciana¹⁰¹. Otro popular libro de texto de esos años, el *Manuel de Chimie* de Bouillon-Lagrange, en su tercera edición de 1802, trataba conjuntamente los tres álcalis en un capítulo situado después de las tierras¹⁰². También lo hicieron así Garriga y San Cristóbal que agruparon los tres álcalis en un mismo capítulo, situándolos dentro de las sustancias elementales, justo después del apartado dedicado a las tierras¹⁰³. A pesar de ello, Garriga y San Cristóbal describían "el experimento analítico con que generalmente se demuestra en los cursos públicos de química la composición del amoníaco": la acción del "ácido muriático oxigenado" (cloro) con el gas amoniacal para producir agua, "muriato amoniacal", "ácido muriático simple" y "gas azóe", de lo que se deducía que el amoníaco debía estar formado por "azóe e hidrógeno"¹⁰⁴.

LAMINA 2: Amoníaco. [Texto pie]: La figura 3 representa un diseño experimental para la extracción del amoníaco de la sal de amoníaco (cloruro amónico). También aparece un aparato diseñado para realizar fuegos de artificio con hidrógeno (figura 2) y una lámpara de hidrógeno (figura 1).

El amoníaco continuó siendo un problema para las clasificaciones químicas y los libros de texto en las décadas siguientes. Por sus propiedades químicas, el amoníaco debía colocarse junto los álcalis, es decir, entre las sustancias simples mientras que por su composición el amoníaco debía figurar entre las sustancias compuestas. Al contrario que los pensionados españoles y de lo que hizo en otros libros de texto, Chaptal tomó la decisión de seguir estrictamente el orden de composición creciente en su *Chimie appliquée aux arts*, de modo que separó los álcalis fijos del álcali volátil. Colocó la sosa y la potasa en los primeros capítulos dedicados a las sustancias elementales, junto con las tierras no descompuestas¹⁰⁵ y transportó el álcali volátil al final de su tercer volumen, dentro del apartado dedicado a las combinaciones del hidrógeno¹⁰⁶. Chaptal señalaba que la potasa, la sosa y el amoníaco "habían formado hasta ahora un clase de cuerpos que los químicos denominaban álcalis" y que se reconocían por su sabor acre y cáustico y por sus propiedades frente a colorantes vegetales. Pero dado que la mayor parte de las tierras presentaban estas propiedades, Chaptal pensaba que no resultaba conveniente separarlas de los álcalis fijos¹⁰⁷. A principios del siglo XIX, los análisis de la sosa y la potasa realizados por Humprey Davy mediante el uso de la pila eléctrica condujeron, no sin fuertes resistencias, a la consideración de estas sustancias como óxidos de dos nuevos metales: el sodio y el potasio. Como consecuencia, las dos bases dejaron de ser tratadas dentro del capítulo dedicado a las sustancias simples y pasaron a ocupar el apartado dedicado a los óxidos. La búsqueda de similitudes en la composición de los tres álcalis continuó pero cambió el planteamiento que la guiaba. Ahora que

parecía demostrado que los dos álcalis fijos eran óxidos de metales muy reactivos con el oxígeno, diversos autores sugirieron que el amoníaco podía ser un óxido de un nuevo metal denominado “amonio” y, de este modo, resultaba posible tratar los tres álcalis conjuntamente dentro de los capítulos dedicados a los óxidos metálicos¹⁰⁸.

El ejemplo de los tres álcalis indica que la obra de Garriga y San Cristóbal representa un punto de transición entre las clasificaciones predominantes en el siglo XVIII y las nuevas ordenaciones fundamentadas en el análisis elemental. Este nuevo tipo de análisis había permitido reforzar el orden “de lo simple a lo compuesto”, ya defendido en algunos libros de texto de mediados del siglo XVIII. Sin embargo, a medida que adquiría mayor capacidad para estructurar las obras, esta ordenación entraba en conflicto con las agrupaciones tradicionales de las sustancias basadas en sus propiedades físicas o químicas. Garriga y San Cristóbal prefirieron, en varias ocasiones, mantener las agrupaciones tradicionales frente al orden de complejidad creciente. Como muestra el análisis comparado con los libros de Chaptal y Fourcroy, estas incongruencias fueron aumentando a medida que se conocieron nuevas sustancias que encajaban mal en las clasificaciones tradicionales, sin que por ello estas fueran definitivamente abandonadas. Durante las décadas siguientes, los autores franceses de libros de texto de química buscaron clasificaciones que hicieran compatibles ambos principios - el orden de complejidad creciente y las propiedades químicas - aceptando el supuesto general de que las propiedades químicas estaban más o menos determinadas por la composición de las sustancias. Tal supuesto entró en crisis con los análisis que mostraron que la composición química de ciertos grupos con propiedad semejantes como, por ejemplo, los álcalis no era similar. Como hemos señalado, entre los trabajos que más decisivamente contribuyeron a estos cambios figuran los realizados por Humphrey Davy con la pila eléctrica, un instrumento que, en esos años, comenzaba a introducirse en los laboratorios de química y al que Garriga y San Cristóbal dieron una importancia inusitada en los libros de química de su tiempo.

6.- Fluidos imponderables

Al igual que las obras de Chaptal y Fourcroy y otras muchas de esos años, Garriga y San Cristóbal comenzaban la descripción de las sustancias con el estudio de una serie de fluidos imponderables. Una centena de páginas - la cuarta parte del primer volumen - en la sección II (“de los cuerpos simples”) estaban dedicadas a la luz¹⁰⁹, el calórico¹¹⁰ y la electricidad¹¹¹. Los pensionados españoles reconocían la existencia de posturas enfrentadas sobre la naturaleza de estos fluidos. Así, en el caso del calórico, indicaban que podría tratarse de “una simple modificación de los cuerpos” o de “un fluido particular”. Como ejemplo de los partidarios de la primera hipótesis citaban las recientes experiencias de Rumford que había conseguido hacer “hervir el agua por el frotamiento violento de dos piezas metálicas”. No obstante, Garriga y San Cristóbal señalaban que “la suposición del movimiento intestinal como causa del calor” era “absolutamente gratuita” y que, “después de la época de los descubrimientos de la química pneumática” esta idea casi no tenía defensores¹¹². Al igual que buena parte de los químicos de esos años, los pensionados españoles se mostraban partidarios de la

segunda hipótesis, es decir, de la consideración del calórico como un fluido elástico. Los autores apoyaban sus ideas con los siguientes argumentos:

"Esta opinión nos parece cierta, explica los fenómenos del calórico con la mayor sencillez y claridad, y sino está demostrada directamente, por cuanto es imposible pesar el calórico, somos de parecer que en este punto más pronto debemos atribuirlo a falta de delicadeza y exactitud en los medios mecánicos con que se determina el peso de los cuerpos, a la imposibilidad de contener el calórico sin pérdida, y a la dificultad de evitar una alteración de cualquiera en los cuerpos por la acción de esta substancia, que a una falta de existencia real del calórico. Tampoco se ha pesado la luz, el eléctrico, el magnético, etc. y nadie duda de la corporeidad de estas substancias maravillosas"¹¹³

El libro de texto de Garriga y San Cristóbal no estaba, por lo tanto, exento de problemas en discusión en su época. Aunque recogían la polémica, sus autores se mostraron partidarios de las ideas más difundidas en esos años entre la comunidad química francesa y, tal y como había hecho Lavoisier, incluyeron la luz y el calórico en su tabla de sustancias elementales. A estos fluidos imponderables, Garriga y San Cristóbal añadieron el fluido eléctrico. Los pensionados españoles consideraban esta adición como una importante novedad en la época:

"Hemos formado en esta sección un capítulo sobre la electricidad, lo que jamás se ha practicado en los Cursos de Química; si bien es imposible dar la razón de tan extraño silencio, pues la electricidad ofrece al Químico propiedades que no puede ignorar, y un agente para sus experiencias a veces aun más poderoso que el calórico."¹¹⁴

Garriga y San Cristóbal apoyaban esta afirmación con la obra de Berthollet que había incluido un apartado dedicado a la acción de la luz y el "fluido eléctrico" dentro de su *Statique Chimique*¹¹⁵. Pensaban que "lejos de deberse separar la física de la química, es indispensable por el contrario reunir las luces de una y otra ciencia"¹¹⁶. Estas ideas no eran tan novedosas como los pensionados españoles anunciaban en la introducción. En realidad, formaban parte de una tendencia presente en muchos libros de texto de química franceses de principios del siglo XIX. La aproximación entre la física experimental y la química fue favorecida tanto por el programa de investigación desarrollado por la *Société d'Arcueil* y los nuevos estudios sobre los fluidos imponderables, como por los cambios institucionales de la revolución que condujeron a la unión de las dos disciplinas en los cursos de las *Ecoles Centrales*, a las que, como hemos visto, asistió Garriga en Montpellier¹¹⁷. Los títulos de algunos de los libros publicados en esos años son suficientemente representativos: Mathurin Jacques Brisson (1723-1803), profesor del Collège des Quatre Nations en París, publicó unos *Elémens ou principes physico-chimiques* entre 1800 y 1803 que fue traducido poco después al castellano; Josep Izarn (n. 1766), profesor del Lycée Bonaparte, tituló su obra *Leçons élémentaires de physique et chimie expérimentales*; y Jean Baptiste Jumelin (1754-1807), profesor del Lycée Impérial, incluyó en el prólogo de su *Traité élémentaire de physique, de chimie et de physico-mathématique*, la siguiente advertencia:

“Je dois avertir ceux qui n'en verroient pas la cause, que si on trouve à la tête de ce volume, le mot *Chimie*, que je veux qu'on supprime, c'est que sans cette précaution, on croiroit en voyant l'intitulé du livre, qu'il ne traite pas des matières que sont l'objet de la partie de la physique, qui, jusqu'à présent, a porté ce nom”¹¹⁸.

Para profesores como Jumelin, la vinculación entre las dos disciplinas era tan estrecha que consideraba innecesario colocar la palabra química en el título de un libro de texto de física. Sin embargo, como también reconocía Jumelin, muchos de sus contemporáneos seguían considerándolas como disciplinas diferentes. En realidad, al margen de estas obras destinadas a las *écoles centrales*, la mayor parte de los libros de texto de química recogían pocos contenidos relacionados con la física experimental y la presencia de un capítulo dedicado a la electricidad era poco habitual. Tal era el caso de los populares libros de texto de Chaptal o Fourcroy que sirvieron como referencia para los pensionados españoles. Fourcroy sólo mencionaba la electricidad en varios pasajes de su obra, dentro de los capítulos dedicados, por ejemplo, al ámbar, los metales o las experiencias galvánicas¹¹⁹. Tampoco aparece un capítulo dedicado a la electricidad en la tercera edición (1802) del popular libro de texto de Bouillon-Lagrange, que recogía las experiencias realizadas en las clases de química de la Ecole Polytechnique¹²⁰. En el caso de los libros publicados en castellano, la mayor parte de ellos eran traducciones francesas de obras de Chaptal y de Fourcroy, de modo que la situación era semejante a la descrita, si bien con una menor repercusión de los libros de física y química escritos para los profesores de las *écoles centrales* y los *lycées*, de los que sólo se tradujo la ya mencionada obra de Brisson. No obstante, uno de los pocos libros escritos por un autor español -el farmacéutico Pedro Gutiérrez Bueno - incluía un capítulo dedicado al “fluido eléctrico” que era incluido entre las sustancias simples¹²¹. Estos apartados dedicados a la electricidad se consolidaron en los años posteriores gracias a obras como el *Traité élémentaire de chimie* de Thenard, que contenía apartados especiales a la electricidad y el “fluido magnético”, dentro del capítulo dedicado a los “corps impondérables”¹²².

Aunque quizás no fueron los primeros, como Garriga y San Cristóbal afirmaban, la inclusión del apartado dedicado a la electricidad constituía una novedad en las obras de su tiempo. Debido al carácter elemental de su libro, Garriga y San Cristóbal limitaban su exposición a “las ideas más elementales”¹²³. Tras una breve exposición de las diferentes teorías existentes describían algunos fenómenos eléctricos y varios instrumentos como la “máquina eléctrica” (el famoso generador electrostático por fricción de un disco de cristal), la botella de Leyden, el “electróforo”¹²⁴ y diversos medidores o “electrómetros” así como una pequeña introducción al galvanismo y la construcción de pilas eléctricas¹²⁵.

LAMINA 3: Fluido eléctrico. [Texto pie] Diversos instrumentos relacionados con la electricidad entre los que figuran una botella de Leyden (figura 5) y una máquina eléctrica (figura 4) que permite la obtención de electricidad por rozamiento. También aparece un “electróforo” (figura 6), formado por dos discos metálicos, uno de los cuales tiene un mango de vidrio, y varios “electrómetros” (figuras 7 y 8), instrumentos destinados a “determinar la intensidad de la electricidad y su especie, esto es, si es positiva, o vítrea, o bien negativa o resinosa”.

7.- La química de las sales

Estos contenidos y el resto de capítulos dedicados a los fluidos imponderables, indican el carácter teórico del libro de Garriga y San Cristóbal que, en su mayor parte, presentaba una información semejante a otros libros de texto de química de esos años. No obstante, existen diferentes apartados que muestran el interés de Garriga y San Cristóbal por establecer vínculos entre los conocimientos químicos y los procedimientos artesanales, aunque su información sobre estos últimos era mucho más escasa debido a las razones señaladas en los anteriores apartados. Así, en el capítulo dedicado a las "tierras", Garriga y San Cristóbal incluyeron un pequeño apartado de tres páginas con "consideraciones generales sobre la aplicación de las tierras a la agricultura"¹²⁶. Después del apartado de los álcalis y las tierras, incluyeron un largo capítulo sobre "los principios generales y las principales operaciones de la alfarería y vidriería", es decir, las artes cuyas materias primas habían sido explicadas en los capítulos inmediatamente anteriores¹²⁷.

El segundo tomo del libro de Garriga estaba dedicado a uno de los más importantes programas de investigación del siglo XVIII: la química de las sales¹²⁸. Este capítulo comenzaba con la sección dedicada a los ácidos, es decir, a los "productos de combinación de las sustancias combustibles simples con el oxígeno"¹²⁹, tal y como eran habitualmente definidos en esos años, siguiendo las ideas de Lavoisier. Tras los ácidos seguía la presentación de las sales, agrupadas en géneros con el mismo ácido (sulfatos, nitratos, etc.). Dentro de cada género, las sales eran colocadas en un orden decreciente de afinidad, de modo que aparecían primero aquéllas cuyos "principios adhieren con mayor energía" para finalizar con "aquéllas cuyos principios adhieren más débilmente"¹³⁰. En otras palabras, la secuencia adoptada en la presentación de las características de las sales permitía recordar la información que ofrecían las tablas de afinidad del siglo XVIII¹³¹.

La agrupación de las sales en grupos con el mismo ácido era una diferencia importante entre la obra de los pensionados españoles y los *Elémens de chymie* de Chaptal. En esta última obra, las sales eran discutidas dentro de un apartado titulado "Lithologie" y Chaptal basaba su clasificación en los cinco "elementos terrosos" conocidos: la cal, la magnesia, la alúmina, la barita y la sílice¹³². Estas cinco "tierras primitivas" se podían combinar de tres formas diferentes dando lugar a tres grupos de sustancias: "sales-piedras" (combinación con ácidos), "piedras" (mezclas de tierras primitivas) y "rocas" (mezclas de "piedras")¹³³. Las "sales-piedras" eran ordenadas en grupos con igual "tierra primitiva", es decir, con la misma base, siguiendo así el método opuesto al de Garriga y San Cristóbal. La clasificación de las sales en géneros de igual base había sido adoptada por algunos mineralogistas franceses como Haüy y era empleada en la enseñanza en la Ecole des Mines de Paris¹³⁴. Fourcroy consideraba que esta elección se debía a que los mineralogistas manifestaban más interés por la parte más "fija" de las sales, es decir, las tierras y los álcalis. Según Fourcroy, la perspectiva del mineralogista y la del químico eran diferentes en este punto: si el primero debía supeditar los resultados del análisis

químico a la observación de la naturaleza, el segundo debía seguir el proceso contrario:

“le minéralogiste devant observer la nature, son attention doit se fixer plus particulièrement sur ce qui frappe ses sens, sur la substance la plus fixe, et non sur ce qui lui échappe le plus souvent. Les terres et les alcalis sont en effet dans le premier cas, et les acides dans le second. D’ailleurs, le minéralogiste doit se contenter d’appliquer les résultats de l’analyse à l’observation du travail de la nature, tandis que le chimiste essaye au contraire de ramener le travail de la nature aux résultats de l’analyse”¹³⁵

Fourcroy afirmaba que había ensayado durante veinte años diversas tentativas para la presentación de las sales y que, finalmente, se había decidido por formar géneros con los ácidos conocidos, dado que las sales de un mismo ácido se asemejan más que las sales de una misma base. Fourcroy también señalaba que había ordenado estos géneros en un orden decreciente de atracción de los ácidos por las bases, de modo que situaba en primer lugar los sulfatos, luego los nitratos, los muriatos, los fosfatos, etc.¹³⁶. Este fue el criterio que, como hemos visto, adoptaron Garriga y San Cristóbal y que también adoptó Chaptal, años más tarde, en su *Chimie appliquée aux arts*.

¿Qué pudo conducir a los pensionados españoles a adoptar esta nueva clasificación de las sales que acabaría imponiéndose en la mayor parte de obra posteriores? Muy probablemente, esta importante novedad procede de que Garriga y San Cristóbal emplearon el *Système des connaissances chimiques* de Fourcroy como una de las obras de referencia en la elaboración de su manual. Recordemos que Garriga había asistido en los años inmediatamente anteriores a cursos de química de Fourcroy, donde quizás también se discutieron estas cuestiones. Una razón adicional es que el aumento del número de tierras conocidas ponía en cuestión el modelo adoptado por Chaptal. En 1796, Chaptal recogía sólo cinco tierras primitivas y señalaba que había dejado fuera de su estudio las recientemente anunciadas por Martin Heinrich Klaproth¹³⁷ porque “eran todavía poco conocidas y poco difundidas como para influir en nuestra actual división”¹³⁸. En la obra de Garriga y San Cristóbal el número de tierras se había duplicado hasta alcanzar un total de diez, incluyendo sustancias recientemente descritas por Klaproth como la “ocrita”, un mineral que probablemente conocieron los pensionados españoles gracias a las investigaciones de Vauquelin¹³⁹. Este dato, además de mostrar la actualización de la información manejada por los pensionados españoles, indica el creciente número de sustancias con propiedades semejantes a las tierras y a los álcalis que fueron aisladas en esos años y que dificultaban la continuidad de las clasificaciones anteriores. También revela las importantes diferencias entre el libro de Garriga y San Cristóbal y el publicado previamente por Chaptal, tanto desde el punto de vista del plan adoptado como del de la actualización de los contenidos¹⁴⁰.

LAMINA 4: Acido sulfúrico y ácido nítrico. Diseños industriales para la producción de ácido nítrico (figuras 3, 4 y 5) y ácido sulfúrico según el método de las cámaras de plomo (figura 1).

En los capítulos dedicados a los ácidos y a las sales, Garriga y San Cristóbal incluyeron varios apartados teóricos como, por ejemplo, una discusión de las diferentes

opiniones sobre la constitución de los ácidos¹⁴¹ o acerca de las sales y sus propiedades¹⁴², pero buena parte de estos capítulos estaba dedicada a los métodos de fabricación industrial de estas sustancias. Garriga y San Cristóbal diferenciaban claramente los procedimientos empleados en los laboratorios y en los procesos industriales. Por ejemplo, en el caso del ácido nítrico señalaban que "en los laboratorios de química se obtiene casi por regla general, descomponiendo el nitrato de potasa por el ácido sulfúrico concentrado" mientras que "en las fábricas se descompone el nitro por medio de la arcilla"¹⁴³. En cuanto al ácido muriático oxigenado (cloro), de gran importancia en los nuevos procesos de blanqueado, se describía con varias láminas tanto el diseño experimental empleado en el laboratorio como el utilizado en las "manufacturas de blanqueo", del que se ofrecía una descripción detallada para "poner al lector en estado de proceder a su construcción"¹⁴⁴. En el caso del ácido sulfúrico, Garriga y San Cristóbal centraban su atención en el método de las cámaras de plomo que había sido introducido en Gran Bretaña a mediados del siglo XVIII por John Roebuck y Sameul Garbett y adoptado en algunas industrias francesas a finales de ese mismo siglo¹⁴⁵. Garriga y San Cristóbal ilustraban el método con varios grabados, y señalaban algunas "mejoras propuesta a los artistas" que ya comenzaban "a introducirse en algunas manufacturas" como el empleo de un ventilador para "avivar la combustión", una mejora ensayada por Chaptal, y un refrigerador para facilitar al condensación de los vapores¹⁴⁶. Garriga y San Cristóbal incluyeron en este apartado una pequeña discusión sobre las ideas acerca del papel del "nitrato de potasa", sustancia que consideraban producía un aumento de la temperatura que permitía la "saturación" con oxígeno de una mayor cantidad de azufre, aunque sin "contribuir materialmente con el oxígeno del ácido nítrico"¹⁴⁷. Estos comentarios indican que los pensionados españoles conocían el creciente malestar frente a la interpretación más difundida durante el siglo XVIII acerca del papel del salitre en este proceso que, generalmente, solía equipararse a la de proveedor del oxígeno (o receptor del flogisto) necesario para la combustión del azufre. La interpretación tradicional fue puesta en duda por diversos intentos infructuosos dirigidos a reemplazar el salitre por una corriente de aire. Chaptal, autor de algunas de estas experiencias, llegó a la conclusión de que el papel del salitre residía en el incremento de la temperatura de combustión y sus ideas fueron difundidas a través de una publicación de Cadet de Gassicourt, que apareció poco antes del libro de Garriga y San Cristóbal y que, probablemente, fue empleada como fuente de información para su capítulo sobre el sulfúrico¹⁴⁸.

F.L. Holmes ha señalado que la explicación del papel del nitro en la producción de ácido sulfúrico no puede considerarse como una aplicación relevante de la ciencia a un proceso industrial, dado que la interpretación teórica del proceso era de escasa importancia para su producción a gran escala, al menos en el período estudiado¹⁴⁹. En el caso de otras industrias, F. L. Holmes y otros autores han defendido, por el contrario, la existencia de una estrecha relación entre las investigaciones acerca de la química de las sales y algunos de los nuevos procedimientos industriales. Discutiremos esta cuestión en la obra de los pensionados españoles a través de dos famosos ejemplos: la producción de alumbre y los nuevos métodos de elaboración de sosa.

1. 8.- DOS INDUSTRIAS EN TRANSFORMACIÓN: ALUMBRE Y SOSA

Garriga y San Cristóbal destacaban en su libro que el alumbre era uno de los materiales de mayor importancia industrial puesto que era empleado, entre otras cosas para la preparación de papel y de telas para impresión, en el curtido del cuero, en ciertas preparaciones médicas y como mordiente en la fabricación de tintes,¹⁵⁰. Las guerras revolucionarias pusieron en peligro estas industrias francesas porque parte del alumbre francés debía ser importado. El alumbre más apreciado se obtenía los dominios papales de Tolfa, cerca de Roma, donde existía una importante mina de alunita, un raro mineral generalmente asociado a regiones volcánicas, a partir del cual, mediante calcinación y posterior lixiviación resultaba fácil la obtención del alumbre¹⁵¹. Otro procedimiento conocido desde principios de la Edad Moderna consistía en la calcinación de esquistos aluminosos mezclados con piritas y era ampliamente utilizado en Gran Bretaña¹⁵². A finales del siglo XVIII, se introdujo en Francia otro método que consistía en la digestión de arcilla calcinada con ácido sulfúrico. Había sido sugerido por algunas investigaciones de Etienne F. Geoffroy (1672-1731) y Andreas Marggraf (1709-1780) y fue ensayado por Léonard Alban en Javel y Chaptal en Montpellier a partir de la década de los años ochenta¹⁵³. En 1796, Chaptal, describía con detalle los procedimientos tradicionales de extracción y, aunque mencionaba el procedimiento basado en el uso de ácido sulfúrico, reconocía que este proceso se realizaba con muchas dificultades y que la mayor parte del alumbre del comercio procedía del tratamiento de los minerales aluminosos¹⁵⁴. En los años siguientes, se produjo una importante aportación en el campo teórico: varios autores, entre ellos Chaptal, señalaron el carácter doble de las sales de alumbre y mostraron la presencia de la potasa (o del amoníaco) en su composición¹⁵⁵. También en esos años se perfeccionaron y se generalizaron los métodos para fabricar alumbre artificial - “de toutes pièces” como lo describía Chaptal-, lo que supuso la disminución de los problemas comerciales relacionados con la importación del mineral. Por ello, en 1807 Chaptal lo consideraba como uno de los grandes logros que la química moderna había aportado a la artes:

*"Les progrès rapides qu'a faits la chimie de nos jours, ont opéré une révolution très-avantageuse dans les arts: non-seulement on en a éclairé les procédés, mais on a rapproché de l'artiste la fabrication des produits qu'il emploie. On a fait plus, on est parvenu à former, de toutes pièces, dans nos ateliers, beaucoup de compositions qu'on tiroit péniblement du sein de la terre, telles que les aluns, les couperouses, etc et cette fabrication artificielle reçoit, chaque jour, un tel accroissement, qu'on peut prévoir le moment très-prochain où nos ateliers fourniront à tous les usages"*¹⁵⁶

LÁMINA V: Producción del alumbre y del yeso. [Texto Pie]: La figura 7 representa las pirámides formadas por capas de tierra de arcilla y leña que se emplea como combustible. En la parte inferior (figura 8) aparecen los reservorios destinados a la lixiviación de los productos de la combustión. La figura 6 contiene

un horno de calcinación del yeso. Las figuras 1 a 5 son modelos de la cristalización de las sales.

Garriga y San Cristóbal recogieron en su libro de texto las novedades teóricas respecto al alumbre y ofrecieron algunas de las primeras referencias a los métodos de producción artificial que comenzaban a ser publicados en esos años. Su capítulo comenzaba señalando que el alumbre era “una sal triple o cuádruple”, tal y como ya hemos recogido en una cita anterior¹⁵⁷. Garriga y San Cristóbal ofrecieron tres procedimientos existentes para obtener el alumbre: (1) su purificación a partir de los minerales de minas como la de Tolfa (2) la “oxigenación” del azufre de ciertos minerales como esquistos aluminosos y piritas (3) la combinación “directa o indirecta” de “sus elementos”. Garriga y San Cristóbal describieron, en primer lugar y con gran detalle la mina de Tolfa. Más adelante, describieron los métodos empleados para producir alumbre a partir esquistos aluminosos mediante exposición al aire o calcinación, para lo que emplearon varias láminas que describían la lixiviación y la cristalización del alumbre. Finalmente, Garriga y San Cristóbal recogieron un ejemplo de los métodos de producción artificial del alumbre desarrollado por un farmacéutico, Curaudeau (1803), el cual había sido descrito por Guyton de Morveau y Vauquelin en un informe al Institut de France publicado en la revista *Annales de Chimie*. El método consistía en el tratamiento de arcilla con sal común para su posterior calcinación, a la que seguía la adición de ácido sulfúrico y la disolución con agua y potasa y, finalmente, la lixiviación y cristalización del alumbre. Los pensionados españoles también resumían las investigaciones de Vauquelin que había mostrado que “todos los alumbres del comercio eran semejantes”, salvo por la presencia en algunos de ellos de pequeñas cantidades de ciertos sulfatos y óxidos de hierro. Vauquelin había concluido a partir de su estudio que “en el estado actual de la ciencia” resultaba imposible conocer la “incontestable” superioridad del alumbre de Roma “en las diversas aplicaciones de las artes”¹⁵⁸. Esta conclusión, recogida por los pensionados españoles, también aparecía en otro trabajo de Curaudeau de esos años, donde el autor, tras describir varias experiencias, concluía que el análisis no podía desvelar las propiedades particulares del alumbre de Roma, y auguraba que la química sería durante mucho tiempo una mera “espectadora” de este fenómeno, sin poder desentrañar sus causas¹⁵⁹. Tales comentarios indican que, a pesar de las prometedoras declaraciones de los prólogos, estos autores eran conscientes de las fuertes limitaciones de la química para explicar los resultados de las operaciones artesanales. Resulta particularmente interesante que estas afirmaciones se realizaran sobre la industria del alumbre, una sal cuya constitución química había sido estudiada en esos años y cuyos métodos de producción estaban en plena transformación¹⁶⁰.

Una situación también compleja se produce en el caso de la industria de producción de sosa. Esta industria ha merecido mayor atención por parte de los historiadores de la ciencia, aunque no se ha alcanzado un consenso sobre el papel que los conocimientos químicos tuvieron en su desarrollo. Algunos historiadores han señalado que la química tuvo un papel escaso o nulo en el desarrollo de los

nuevos métodos de finales del siglo XVIII pero, como ha señalado más recientemente Frederic L. Holmes, muchos de ellos han limitado su análisis a los conocimientos químicos relacionados con los estudios sobre gases y la combustión que suelen considerarse el centro de la revolución química. Las recientes investigaciones sobre la química de las sales del siglo XVIII han mostrado que en esos años se alcanzaron importantes conocimientos sobre los álcalis que permitieron, entre otras cosas, introducir criterios claros para diferenciar la sosa y la potasa¹⁶¹. Otro tema habitual en la historiografía es la relación entre los nuevos métodos de obtención de sosa y los acontecimientos políticos de la Revolución francesa y las guerras revolucionarias que provocaron el bloqueo de las importaciones necesarias para la industria de sosa y, por ello, impulsaron la aparición de nuevos métodos de producción. Esta imagen aparece ya en las obras de química de finales del siglo XVIII. El editor de la tercera edición de los *Elémens de Chymie* de Chaptal destacaba en su prólogo que la obra incluía una descripción del "arte de extraer la sosa a partir de la sal marina" y consideraba este procedimiento como uno de los "prodigios de la industria" nacidos durante los momentos de crisis de las guerras revolucionarias, cuando Francia "bloqueada por todas partes no tenía relaciones comerciales con ninguna nación vecina [...] se vio reducida a los solos recursos de su suelo y su industria"¹⁶². La sosa, una materia prima muy importante para muchas industrias como la vidriería o la fabricación de jabón, era obtenida tradicionalmente a partir de la combustión de ciertas plantas del género *Salsola*. Aunque Francia contaba con algunas plantas de este tipo, su principal fuente de abastecimiento procedía del exterior, especialmente del sudeste de la península ibérica donde se cultivaba la barrilla que constituía una de las fuentes más apreciadas de la sosa¹⁶³. Chaptal realizó varios intentos para cultivar esta planta en el sur de Francia pero, a pesar de los aparentes éxitos de las experiencias, el cultivo no se difundió¹⁶⁴.

En realidad, mucho antes de que las guerras revolucionarias cortaran las importaciones de barrilla, diversos autores habían investigado las posibilidades de producción de la sosa a partir de la sal marina en el laboratorio. En 1737, Duhamel du Monceau mostró la relación entre ambas sustancias y consiguió producir en el laboratorio sosa a partir de sal marina por diversos procedimientos¹⁶⁵. En las primeras ediciones de sus *Elémens de Chymie*, aparecidas a principios de los años noventa, Chaptal mencionaba un gran número de investigaciones realizadas por Margraaf, Scheele, Bermann y otros autores que habían mostrado que el proceso era posible en el laboratorio mediante el uso de diversos productos (ácido nítrico, ácido sulfúrico, potasa, óxidos de plomo, barita, etc.) pero no discutía ningún procedimiento industrial semejante¹⁶⁶. Los primeros intentos de producción industrial de sosa a partir de sal marina en Francia fueron desarrollados a finales de los años setenta pero sólo se consolidaron en las décadas finales del siglo XVIII, especialmente con los célebres trabajos de Nicolas Leblanc (1742-1806). La búsqueda de este proceso fue apoyada por la Academia de Ciencias de París que propuso un premio en 1781, tal y como también hicieron más tarde los gobiernos revolucionarios, cuando la guerra cortó los suministros externos de barrilla¹⁶⁷. Gracias a ello, Chaptal pudo incluir en 1797 un apartado completamente nuevo en su libro de texto con varias páginas dedicadas a la descripción de cinco procedimientos

industriales entre los que figuraba el suyo propio (basado en el empleo de óxidos de plomo) y el desarrollado por “Leblanc, Dizé et Shée”¹⁶⁸, en el que la descomposición del sulfato de sosa (formado por la acción del ácido sulfúrico sobre la sal) se realizaba mediante la adición de carbonato de calcio (“craie”) y carbón. Chaptal manifestaba que este último método era el que podía tener más amplia aceptación, debido a la fácil obtención del carbonato de calcio y, también, a la similitud de la sosa obtenida con la producida mediante métodos tradicionales, un problema que, como hemos visto, también preocupó a los productores de alumbre artificial¹⁶⁹.

Comparada con esta información dada por Chaptal, la descripción ofrecida siete años más tarde por Garriga y San Cristóbal parece demasiado breve y poco actualizada con los nuevos procedimientos introducidos en esos años. En el apartado dedicado a la sosa, los pensionados españoles se limitaban a indicar que podía “extraerse la sosa de las diferentes combinaciones salinas cuya base constituye” pero señalaban que “casi la totalidad” de la sosa del comercio provenía de la combustión de “de las plantas saladas, con especialidad de las que pertenecen al género llamado *salsola L.*”¹⁷⁰. No obstante, dentro del capítulo dedicado a la sal común, los pensionados españoles incluyeron una discusión de algunos procedimientos dirigidos a “la descomposición de la sal marina con la mira de extraer la sosa” y describieron muy brevemente tres métodos: el desarrollado por Leblanc, el de Chaptal y Berard y el de Morveau y Carny¹⁷¹. Si comparamos las dos páginas destinadas a esta cuestión con las más de ocho que empleó Chaptal en 1796 o con la extensión y detalle con que Garriga y San Cristóbal describieron la producción de alumbre o de sal común, resulta evidente la escasa importancia que los pensionados españoles otorgaron a los nuevos métodos de producción de sosa. Garriga y San Cristóbal señalaban que, a pesar de que éste había sido “uno de los objetos que más han ejercitado la atención de los químicos franceses”, sólo recogían los métodos más ventajosos “por su sencillez” y por “la generalidad de su aplicación”. Esta diferente percepción entre los pensionados españoles y los químicos franceses respecto a la importancia de estos métodos estaba relacionada con el cultivo de plantas alcalígenas - en particular, la barrilla- en el sudeste peninsular, que constituía un importante producto del comercio español. Los nuevos métodos podían poner en peligro este lucrativo comercio y, por ello, resulta comprensible que su introducción en España no fuera considerada de tan crucial importancia como lo era en Francia, especialmente en los años de la Revolución y el Imperio. Tal y como más tarde señalaría otro profesor de química aplicada a las artes, José Luis Casaseca, los libros de química aplicada a las artes debían tener en cuenta las diferencias de las industrias locales y, por lo tanto, una obra válida para París podía no ser adecuada para otros países:

“un curso de química aplicada a las artes en Madrid debe ser diferente del que se hiciera en París, porque es preciso atender á los recursos y á las mayores necesidades del reino; y tal arte cuyo conocimiento debe ser muy útil en la segunda de estas dos capitales, no tendrá acaso la menor importancia en la primera”¹⁷²

El análisis comparado de las industrias del alumbre y de la sosa indica la información que emplearon Garriga y San Cristóbal para escribir su libro. También ofrece pistas sobre las fuentes de información utilizadas por los pensionados españoles. Hemos comprobado que la mayor parte de su información procedía de otras publicaciones químicas contemporáneas y no de la recopilación de datos procedentes de los talleres de los artesanos. Emplearon con asiduidad los libros de texto escritos por Antoine Chaptal y Antoine Fourcroy, si bien los pensionados españoles actualizaron sus contenidos con artículos publicados más recientemente, principalmente procedentes de la revista *Annales de Chimie*. También hemos visto que, en casos como la nueva tierra "ocrita" o en la descripción de los procesos de producción de alumbre, jugó un papel importante la relación de los pensionados españoles con Nicolas Vauquelin, autor de trabajos publicados sobre estos temas que aparecieron casi al mismo tiempo que libro de Garriga y San Cristóbal. Además, el análisis de las descripciones de las nuevas industrias de sosa y de alumbre muestran las dificultades que han propiciado muchos falsos debates en torno a las aplicaciones de la química en los procesos industriales. Como hemos visto, tanto Chaptal como Garriga y San Cristóbal no emplearon una distinción tajante entre los conocimientos químicos teóricos y sus supuestas aplicaciones a las artes, de modo que la aplicación a sus obras de nuestras categorías actuales sobre ciencia y tecnología resulta muy problemática. Además, hemos también comprobado que los pretendidos usos de la química fueron muy variados, incluyendo desde los intentos de explicación de los procesos ocurridos en los talleres hasta la clasificación y distinción de las sustancias o la descripción clara y ordenada de esos procesos. Los libros analizados muestran que, incluso si sólo se consideran dos industrias como la de sosa y la de alumbre, cada una de estas perspectivas produjo resultados muy diferentes, al menos, según la percepción de nuestros protagonistas. Sin embargo, las dudas y las vacilaciones que aparecen en estos apartados están ausentes de las declaraciones programáticas de los prólogos, donde se defienden las ventajas de la química en la industria.

9.- El difícil retorno a España de Garriga y San Cristóbal

El libro de Garriga y San Cristóbal constituía un excelente repaso sobre la química mineral de su época y sus relaciones con algunas industrias. En los dos últimos tomos Garriga y San Cristóbal pensaban tratar "las sustancias vegetales y animales" pero esta parte nunca llegó a publicarse¹⁷³. Garriga permaneció durante algunos años más en Francia estudiando los métodos de producción de índigo, un tema centró la atención de muchos químicos de esos años así como del gobierno francés, empeñado en sustituir las importaciones de índigo por otros materiales tintóreos que pudieran producirse fácilmente en su territorio¹⁷⁴. Garriga escribió una larga memoria que leyó en el Institut de France el 21 de septiembre de 1807 y que fue favorablemente comentada por Gay-Lussac, Vauquelin y Berthollet¹⁷⁵. Los químicos franceses destacaban la novedad y la dificultad del trabajo de Garriga y recordaban que estos procedimientos artesanales eran muy complicados, resultado de una larga experiencia "poco ilustrada", por lo que presentaban grandes dificultades para el físico [physicien] que deseaba conocerlas, describirlas y ofrecer la razón de los fenómenos que

presentaban. Para superar estos problemas, Garriga había examinado y realizado por sí mismo algunas de las operaciones relacionadas con la tintura¹⁷⁶. También mencionaba que habían sido de gran ayuda las lecciones de sus "maestros" Vauquelin, Chaptal y Bertholet y las "frecuentes entrevistas" que había tenido con Jean-Louis Roard (1774-1853), director de tintes en las manufacturas imperiales de Gobelins¹⁷⁷.

Garriga analizaba, en primer lugar, tres procedimientos de producción del índigo, donde incluía la "cuve de pastel", la "cuve d'Inde" y la "cuve aux urines"¹⁷⁸. Posteriormente, ofrecía una interpretación de los cambios que tenían lugar en esas cubas y señalaba que, la "desoxigenación del índigo" dependía de la acción de las sustancias alcalinas, tales como la cal, la potasa o el amoníaco, según el método empleado. A partir de estas consideraciones, Garriga sugería ciertas mejoras a los procedimientos tradicionales y, finalmente, describía los métodos de tintura en cada caso. Según la valoración de los autores del informe, Garriga no se limitaba a describir las operaciones que él mismo había observado sino que analizaba cada uno de los pasos y, "basándose en sus propias experiencias", señalaba aquéllos que podían ser considerados como defectuosos en el estado actual del arte. Garriga también anunciaba en su memoria futuros trabajos: la descripción de las cubas en frío, el estudio de la disolución del índigo mediante el sulfuro de arsénico, un nuevo proceso ensayado por Edward Bancroft (1744-1821)¹⁷⁹, así como el análisis del "bleu de fayence" (también llamado "bleu anglais"), un método que permitía estampar dibujos azules sobre fondo blanco¹⁸⁰. Garriga se proponía también estudiar la disolución del índigo mediante el ácido sulfúrico así como otros usos de esta sustancia en las artes¹⁸¹. De este modo, Garriga había así alcanzado su máximo reconocimiento entre la comunidad científica francesa y se encontraba en la cumbre de su carrera, justo en los momentos inmediatamente anteriores a las guerras napoleónicas en la península ibérica. Un informe redactado algunos años más tardes por Jean S. E. Julia de Fontenelle (1790-1842), un farmacéutico francés y autor de libros de texto de química, mencionaba a Garriga y San Cristóbal, junto con Francesc Carbonell i Bravo, como ejemplos del éxito de la política de Carlos IV para "propagar en España el conocimiento químico"¹⁸².

En esos momentos de apogeo de su carrera científica, Garriga volvió a España e inició una colaboración con el gobierno afrancesado que, en muy poco tiempo, le conduciría a abandonar para siempre el estudio de la ciencia. Poco después del nombramiento de José Napoleón I como monarca español, Garriga fue designado por Murat como diputado por el Principado de Cataluña para la Asamblea de Notables que se reunió en Bayona para elaborar el Estatuto Real que debía establecer las leyes básicas del gobierno afrancesado. De este modo, figuró entre los noventa y tres notables españoles que el 7 de julio de 1808 refrendaron la denominada Constitución de Bayona¹⁸³. El gobierno afrancesado también lo nombró director de tintes de la fábrica de paños Guadalajara¹⁸⁴, una industria impulsada por los gobiernos borbónicos ilustrados y que, según Larruga, a pesar de su escaso rendimiento económico, había permitido introducir avances en la elaboración de ciertos productos asociados con la industria textil que antes debían ser importados como, por ejemplo, algunos tintes¹⁸⁵. Su labor en este centro fue, en cualquier caso, muy limitada - si realmente llegó a producirse- porque, a finales del año 1808, fue designado para el difícil papel de comisario regio de Cataluña¹⁸⁶. Desde la Corte,

Garriga debió dirigirse a través de Perpignan hacia Cataluña porque el camino a Barcelona estaba cortado debido a la guerra. Finalmente, Garriga no pudo hacer otra cosa que instalarse en Figueras desde donde trató de facilitar el aprovisionamiento del ejército napoleónico y sus operaciones militares. Su situación se vio agravada con los decretos imperiales de 8 de febrero de 1810 que suponían la anexión de Cataluña al Imperio Napoleónico, por lo que su papel como representante de José I quedó en suspenso y fue reemplazado por un hombre de confianza del mariscal Augereau, encargado por Napoleón del control de esos territorios¹⁸⁷.

Su participación en la constitución de Bayona y este fugaz período como comisario regio de Cataluña arruinaron la prometedor carrera de Garriga. Quizás si se hubiera limitado a permanecer en su puesto como director de tintes de Guadalajara no habría sufrido la persecución posterior en el reinado de Fernando VII, tal y como ocurrió con otros autores que permanecieron al frente de ciertas instituciones científicas en los territorios controlados por el gobierno afrancesado. Sin embargo, la colaboración de Garriga en la política del gobierno afrancesado no resulta sorprendente, especialmente si tenemos en cuenta que sus maestros Fourcroy y Chaptal tuvieron un destacado papel en los gobiernos de la Revolución y el Imperio, al igual que otros científicos franceses de esos años. Pero, al contrario de lo que ocurrió en Francia tras la caída del gobierno napoleónico, muchos científicos españoles tuvieron que abandonar el país o fueron separados de sus cargos, debido a sus contactos con el gobierno "intruso" de José I. Entre ellos, además de Garriga, figuraron otros importantes autores de obras científicas de esos años, tales como el químico Domingo García Fernández, pensionado y profesor de química aplicada a las artes, José María Lanz, ingeniero de caminos, los hermanos Claudio y Esteban Boutelou, profesores del jardín botánico, y Francisco Angulo, antiguo director de minas que llegó a ser ministro de Hacienda de José I¹⁸⁸. Una carta escrita en 1813 por Garriga, en la que respondía negativamente a una petición para que realizara una comisión científica, describe bastante bien la situación en la que se pudieron encontrar algunos autores científicos "afrancesados" en los comienzos del nuevo gobierno de Fernando VII:

"Mon dévouement, mon zèle, travaux, services, etc. ne me servent de rien pour le moment, et m'ont mis dans la nécessité de chercher le plus honnêtement mes moyens d'existence... Tous ces motifs sont cause que j'ai perdu de vue l'étude des sciences naturelles, l'humeur et les moyens pour pouvoir m'en occuper ainsi que la calure d'esprit si nécessaire pour y travailler avec fruit"¹⁸⁹

Las noticias sobre Garriga desaparecen a partir de ese momento, aunque la escasa información disponible indica que vivió en el exilio en la Cataluña francesa durante el resto de su vida¹⁹⁰. Las guerras napoleónicas supusieron también problemas para el otro autor de libro José María San Cristóbal, aunque, debido a que permaneció en París, su relación con el gobierno afrancesado fue mucho menos comprometedor para su futuro inmediato. Prestó juramento de fidelidad a José I en la embajada española en París entre mediados de noviembre y principios de diciembre de 1808, tal y como también hicieron otros pensionados españoles de esos años en Francia, entre los que figuraba el grabador de las láminas del Curso de Química aplicada a las artes,

Manuel Esquivel de Sotomayor, que había sido hecho prisionero en Dijon. También aparecen en esta lista Mateu Orfila (1787-1853), pensionado de la Junta de Comercio de Barcelona, José Radón (1768-1836), pensionado del Observatorio Astronómico de Madrid y los constructores de instrumentos, también de este observatorio, Lope Bernardo Rodríguez y Carlos Rodríguez¹⁹¹. El principal problema para todos ellos fue la supresión del pago de sus pensiones que siguió al establecimiento del gobierno afrancesado. San Cristóbal dejó de percibir su pensión en agosto de 1808¹⁹², solicitó en varias ocasiones su pago y, aunque es posible que consiguiera cobrar parte de sus sueldos, la crisis de la hacienda del gobierno afrancesado le obligó a buscar otras fuentes de ingresos¹⁹³. San Cristóbal permaneció en París en los siguientes años y, en varias ocasiones, se dirigió al gobierno español para obtener un empleo hasta que, finalmente, fue agregado al Museo de Ciencias Naturales en mayo de 1819. Según su testimonio, en esos momentos San Cristóbal trabajaba en la traducción del famoso libro de texto de Thomas Thomson y, al mismo tiempo, estaba organizando la información recogida en los años pasados para preparar “un tratado de química aplicada a las artes”¹⁹⁴. En septiembre de 1819, fue de nuevo pensionado para que volviera a Francia y visitara “sus principales fábricas” “con el objeto de instruirse más de propósito en la práctica de la tintorería, e introducir en España, por medio de un curso público las perfeccionadas maniobras de este arte importante, y difundir los principios científicos en que se fundan”¹⁹⁵. A finales de ese año, San Cristóbal visitó diversas industrias químicas de ciudades francesas como Burdeos, Limoges, Orleans, Rouen y Louviers. En esta última ciudad, en la que existía una antigua industria textil, consiguió “asistir diariamente a una de las mejores tintorerías”, donde, además de las operaciones habituales, practicó “una serie de experimentos” con tintes¹⁹⁶. San Cristóbal trabajó también en la traducción de la obra “Manual del Tintorero de Hilo y Algodón Hilado” escrito por el profesor de química aplicada a las artes de Rouen, Jean-Baptiste Vitalis (m. 1832), que enriqueció “con una instrucción acerca del arte del blanqueo y otras mejoras” gracias a su amistad con el autor¹⁹⁷. Aunque la obra fue remitida desde París en marzo de 1820 para su impresión en la imprenta real a cargo de Gabriel Sancha, la traducción de San Cristóbal quedó probablemente inédita¹⁹⁸.

De nuevo la inestabilidad política española volvieron a frustrar el proyecto del viaje de San Cristóbal que conoció las primeras noticias sobre el pronunciamiento de Riego en la isla de Louviers, mientras trabajaba en la traducción del libro de Vitalis. Siguió visitando fábricas en el norte de Francia y en Sedan realizó un acuerdo con un maestro artesano que, a cambio de 12000 reales, se comprometió a comunicarle “el secreto de sus preciosos procedimientos”, aceptando trabajar en su taller¹⁹⁹. En octubre de 1820, San Cristóbal dejó de percibir pago de pensión²⁰⁰ y vivió de “cursos de lengua y literatura españolas, y tal cual vez de física y química, siguiendo un curso de ciencias naturales”²⁰¹. Tras la caída del gobierno constitucional, San Cristóbal tuvo que probar su lealtad al nuevo régimen absolutista con informes y certificados de “sujetos calificados por sus sentimientos monárquicos” de la capital francesa²⁰².

El envío de estos certificados de fidelidad al gobierno de Fernando VII es el último dato que conocemos de San Cristóbal. Al igual que Garriga, San Cristóbal se encontraba en la cumbre de su carrera, tanto por los conocimientos químicos aprendidos en diversos cursos de la capital francesa como por los conocimientos

prácticos adquiridos en los talleres de diversos artesanos, donde, tras superar innumerables dificultades, pudo observar procedimientos secretos e, incluso, practicar por sí mismo y realizar experimentos. San Cristóbal proyectaba recoger estos conocimientos en un libro sobre tintes que nunca llegó a publicar y que, como señalaba el pensionado español, difícilmente podría volver a realizarse por “ser muy raro que un químico se haga artesano o un artesano químico”²⁰³. Tampoco pudo llevarse a cabo la proyectada escuela práctica de tintes de Madrid - "fundada no en recetas inciertas... sino en los principios científicos de la Química"²⁰⁴ – que también debía servir para difundir los conocimientos adquiridos por San Cristóbal. Al igual que ocurrió con otros viajes realizados en esos años para el estudio de la química, la crisis que vivió la sociedad española durante el primer tercio del siglo XIX impidió que estos pensionados pudieran aprovechar la experiencia adquirida en el extranjero para introducir nuevas prácticas e ideas en España, lo que fue uno de las causas de la escasa producción en áreas como la química en esos años²⁰⁵.

1.1 Conclusiones

El libro de Garriga y San Cristóbal puede ser entendido como la culminación de los esfuerzos ilustrados para difundir la química aplicada a las artes. Ambos autores, tal y como se ha estudiado con detalle en el caso de Garriga, pudieron aprovechar las nuevas posibilidades formativas para el aprendizaje de la química que crearon las reformas educativas de finales del siglo XVIII en Francia. Las pensiones impulsadas por el ayuntamiento de Girona le permitieron estudiar junto con Chaptal en Montpellier e iniciar, de este modo, una carrera que se vería culminada con la publicación de su libro de texto y la lectura de una importante memoria ante el *Institut de France*. Los pensionados españoles participaron activamente en la creación de un nuevo género de literatura química que alcanzó gran popularidad en esos años: los cursos de química aplicada a las artes. Debido a ello, tuvieron que tomar toda una serie de decisiones respecto a la estructura y los contenidos de su obra, lo que planteaba, como se ha indicado, toda una serie de dificultades debido al tipo de público al que estaba dirigido. Al igual que Chaptal, los pensionados españoles se decidieron por realizar una obra de principios teóricos, bastante semejante a otros libros de texto de química de esos años, pero con abundantes descripciones en procedimientos industriales. De este modo, incluyeron capítulos dedicados a los fluidos imponderables, las afinidades químicas y otros aspectos teóricos de la química, que compaginaron con los largos apartados dedicados a las descripciones de las sustancias químicas y algunos de los procedimientos industriales relacionados con ellas.

Las biografías de Garriga y San Cristóbal señalan no sólo los logros sino también las limitaciones de la política ilustrada de envío de pensionados al extranjero. Al contrario de lo que ocurrió con los viajeros que partieron en los años de Carlos III, los pensionados que junto con Garriga y San Cristóbal visitaron París a principios del siglo XIX sufrieron las consecuencias de la crisis económica y

política de la sociedad española del primer tercio de ese siglo. Muchos de ellos fueron perseguidos por su colaboración con los efímeros gobiernos afrancesados o liberales. La desaparición de algunas de las instituciones que habían impulsado estos viajes hizo muy difícil que pudieran retornar a una institución académica para difundir, a través de la enseñanza o la investigación, los conocimientos aprendidos en el extranjero. De poco sirvió en esos años la retórica utilitarista que los químicos españoles habían elaborado durante la ilustración y que se encuentra plenamente recogida en el prólogo del libro de texto de Garriga y San Cristóbal.

A pesar de las desmesuradas afirmaciones que realizaron en este prólogo, los pensionados españoles manifestaron en varias ocasiones las limitaciones y los problemas de la aplicación de la química a la industria, tanto debido a las diferencias entre las operaciones del laboratorio y las practicadas en la industria como a las difíciles relaciones con el mundo de los artesanos. Entre estas dificultades se encontraban las grandes diferencias entre los lenguajes empleados por químicos y artesanos - lo que había sido agudizado con la reciente reforma de la terminología química- y los distintos patrones de comportamiento respecto a la transmisión de información. Muchas de las recetas artesanales eran mantenidas en secreto en los talleres y, por lo general, su aprendizaje era realizado a través de la práctica cotidiana, no mediante la lectura de detalladas descripciones que, como señalaba Garriga, difícilmente podían conducir a la adquisición de las habilidades necesarias para operaciones complicadas. Por ello, Garriga y San Cristóbal tuvieron que realizar un gran número de viajes a diversos talleres y trataron de ganarse la confianza de los maestros artesanos, a veces con sobornos, para que les dejaran observar y practicar por sí mismos las operaciones que pretendían estudiar.

El análisis de estos viajes y del libro de texto publicado por los pensionados españoles indican algunas de las características de la química aplicada a las artes de los años iniciales del siglo XIX, un territorio intelectual complejo, al que resulta absurdo tratar de aplicar las categorías actuales de "ciencia" y "tecnología". Este análisis también sugiere que muchos de los debates historiográficos en torno a las supuestas aplicaciones de la ciencia en la revolución industrial proceden de las imágenes que los propios historiadores tienen acerca de lo que se entiende por ciencia, ciencia aplicada y tecnología en cada momento histórico. Tales nociones están ausentes de las mentes de los protagonistas de nuestro estudio: en un mismo apartado, dedicado a la descripción de un sal como el alumbre, se hace mención a cuestiones relacionadas con la teoría de afinidades, a la recientemente descubierta (y, por lo tanto, cuestionada) composición química de esta sal y a procedimientos de laboratorio o industriales para producirlas. Debido a ello, un lector moderno puede tener muchas dificultades para identificar lo que algunos protagonistas del debate identificaban como una clara muestra de los usos de la química en las artes industriales. En realidad, los ejemplos analizados muestran que no existió una opinión unánime sobre esta cuestión y que las ventajas de la química podían considerarse desde muchos puntos de vista. Por ejemplo, hemos visto que diversos autores manifestaban que la química permanecería durante mucho tiempo como mera espectadora de los fenómenos que ocurrían en el mundo industrial, al carecer de los recursos explicativos necesarios. Pero estas explicaciones no eran las únicas

vías por las que la química podía contribuir a la mejora de la industria. También permitía la distinción de las diferentes sustancias empleadas, la aclaración de su composición mediante los nuevos recursos del análisis elemental o la facilitación de su estudio, sugiriendo ordenaciones más didácticas que evitaran repeticiones innecesarias. De este modo, era posible mejorar la descripción de los procesos industriales y, de este modo, los químicos podían contribuir, como señalaba Chaptal, a la difusión de recetas que hasta ese momento habían permanecido en secreto. Hemos comprobado que Garriga y San Cristóbal aprovecharon esta situación y emplearon la revista *Annales de Chimie* como fuente de información de muchos procesos industriales recientes que, de otro modo, difícilmente hubieran podido recoger en su obra.

Todas estas características transforman los libros de química aplicada a las artes en un interesante género de literatura científica. Escritos por autores con formación académica, aunque dirigidos a los artesanos, estas obras representan un proyecto didáctico relacionado con las esperanzas que produjo la consolidación de la química en los años finales del siglo XVIII. En este caso, las imágenes generalmente asociadas con los libros de texto - obras carentes de creatividad, transmisoras de conocimiento consolidado y no discutido- resultan particularmente inadecuadas. Sus autores no sólo tuvieron que realizar un esfuerzo de recopilación de información, en muchos casos, de difícil acceso sino que también se vieron en la obligación de ordenarla para facilitar su aprendizaje. Hemos visto que Garriga y San Cristóbal tuvieron que apartarse en numerosas ocasiones del orden de complejidad creciente que habitual en la mayor parte de libros de química de esos años. Eran conscientes de las dificultades que planteaban el seguimiento estricto de este criterio y, por ello, en diversas ocasiones prefirieron ordenaciones basadas en las analogías químicas o motivadas por necesidades didácticas. Su obra recoge la tensión existente entre las agrupaciones tradicionales de las sustancias químicas, presentes en los libros del siglo XVIII, y la creciente importancia que fue adquiriendo la composición química para agrupar y ordenar a las sustancias.

El caso de Garriga y San Cristóbal muestra que, si se pretenden analizar las prácticas relacionadas con la ciencia en un período determinado, resulta inevitable seguir a los científicos no sólo en el laboratorio sino también en las aulas y, en ocasiones, también en los talleres artesanales o en la industria. Hemos comprobado que los pensionados españoles viajaron a través de estos tres espacios institucionales y que cada uno de ellos jugó un papel importante, tanto en su formación como en las posteriores investigaciones que condujeron a la publicación de su libro de texto y sus artículos. En cada uno de estos contextos Garriga y San Cristóbal encontraron diferentes ideas acerca de lo que se entendía como pruebas empíricas, conocimiento confirmado o expertos merecedores de crédito. También se enfrentaron con diferentes actitudes respecto a la comunicación de información - pública en unos casos, secreta en otros- y debieron seguir varias estrategias para poder apropiarse de los conocimientos teóricos y prácticos que perseguían. Debido a estas características, las obras de Garriga y San Cristóbal, y, en general, las publicaciones relacionadas con la química aplicada a las artes, constituyen un excelente fuente para el análisis de las diferentes formas de la objetividad en los años finales de la Ilustración.

2. BIBLIOGRAFIA CITADA

AMETLLER, J. (1876-77), D. José Garriga y Buach, *Revista de Gerona*, 1, 160-167.

BENSAUDE-VINCENT, B (1990), A View of the Chemical Revolution Through Contemporary Textbooks: Lavoisier, Fourcroy and Chaptal, *Brit. Journal Hist. Sci.*, 23 (4), 435-460.

BENSAUDE-VINCENT, B., GARCIA BELMAR, A.; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (2002), *La Chimie par les livres...*, Paris, Editions des Archives Contemporaines [en publicación].

BERETTA, M. (2001), From Nollet to Volta: Lavoisier and Electricity, *Revue d'Histoire des Sciences*, 54 (1), 29-52.

BERTHE, J.N. (1802), *Précis historique de la maladie qui a régné dans l'Andalousie en 1800 ...*, Paris, Deterville

BERTHOLLET, C. (1803) *Essai de Statique Chimique*, Paris, Didot, an XI, 2 vols.

BERTHOLLET, C. (1804), *Elements de l'Art de la Teinture*, Paris, Didot, 1804, 2ª ed.

BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (1994), Los cultivadores de la ciencia españoles y el gobierno de José I (1808-1813). Un estudio prosopográfico, *Asclepio*, 46 (1), 125-155.

BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (1995), *La actividad científica en España bajo el reinado de Jose I (1808-1813) ...*, València, Universitat de València.

BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (1996), La colaboración de los cultivadores de la ciencia españoles con el gobierno de José I (1808-1813). En: A. GIL NOVALES (dir.), *Ciencia e independencia política*, Madrid, Ediciones del Orto, 175-213.

BERTOMEU SANCHEZ, J.R.; GARCIA BELMAR, A. (1999), Mateu Orfila (1787-1853) y las clasificaciones químicas, *Cronos*, 2 (1), 3-46.

BERTOMEU SANCHEZ, J.R.; GARCIA BELMAR, A. (2000), Mateu Orfila's *Elémens de chimie médicale* and the Debate about the Medical Applications of Chemistry in Early Nineteenth Century France", *Ambix* 47, 1-25

BERTOMEU SANCHEZ, J. R.; GARCIA BELMAR, A.. (2000b) Spanish chemistry textbooks (1800-1845). A bibliographical approach. En: A. Lundgren; B. Bensaude-Vincent; (eds.). *Communicating chemistry: Textbooks and their audiences, 1789-1939*, Canton, Science History Publications, 2000, pp. 57-91.

BERTOMEU SANCHEZ, J. R.; GARCIA BELMAR, A. (2001) Los libros de texto de química destinados a estudiantes de medicina y cirugía en España (1788-1845). *Dynamis*, 2000, 20, 457-489.

BERTOMEU SANCHEZ, J. R.; GARCIA BELMAR, A. (2001b) Pedro Gutiérrez Bueno (1745-1822) y las relaciones entre la química y la farmacia durante el último tercio del siglo XVIII, *Hispania*, LXI (2), 539-562.

BERZELIUS, J. (1843) *Lehrbuch der Chemie*, Dresden-Leipzig, Arnoldischen Buchhandlung.

BOUILLON LAGRANGE, E. J.B. (1802) *Manuel d'un cours de chimie*, Paris, 3 vols.

BUD, R.; ROBERTS, G.K. (1984) *Science versus practice. Chemistry in Victorian Britain*, Manchester, Univ. Press.

CADET DE GASSICOURT, C.L. (1803), *Dictionnaire de Chimie*, Paris, Imprimerie de Chaigneau aîné, 4 vols.

CADET DE GASSICOURT, C.L (1804b). Sur la fabrication de l'acide sulfurique, *Annales des Arts et Manufactures*, 17, 67-76

CARDON, D. (1990), *Guide des teintures naturelles*, Paris, Delachaux.

CENTENARIO (1877) ... *de la Escuela de Minas de España, 1777-1877*, Madrid, Imprenta M. Tello.

CHAPTAL, J.A. (1790) *Elémens de Chimie par ...*, Montpellier, Jean-François Picot, 8°, , 3 vols. (1ª ed.) (2ª ed., Paris, Deterville, 1795), (3ª ed., *Ibid.*, 1796) (4ª ed., *Ibid.*, 1803).

CHAPTAL, J.A. (1800), Essai sur le perfectionnement des arts chimiques en France, *J. de Physique*, 50, 217-235

CHAPTAL, J.A. (1807) *Chimie appliqué aux arts*, Paris, Deterville, 8°, 4 vols.

CHAPTAL, J.A. (1893), *Mes souvenirs sur Napoleon, par le Cte. Chaptal, pub. son arrière-petit-fils le Vte. An. Chaptal*, Paris, E. Plon, 413 p.

CLOW, A.; CLOW, N.L. (1952), *The Chemical Revolution*, London, Batchworth

CROSLAND, M. (1981), Chaptal. En: GILLESPIE, C.C., *Dictionary of scientific Biography*, New York, Charles S. Sons, t. II, 202-203.

CURAUDAU (1803), Nouveau procédé pour fabriquer l'Alun artificiellement, et sans le secours de l'évaporation, *Annales de Chimie*, 46, 218-224

CURAUDAU (1804), Réflexions sur les propriétés particulières de l'Alun de Rome... *Annales de Chimie*, 51, 328-332.

DELUMEAU, J. (1962), *L'alun de Rome. XVe-XIXe siècle*, Paris, SEVPEN, 352 p.

DESMAREST, E. (1828) *Química... Traducido del francés al castellano ... por D. José Luis Casaseca*. Madrid, L. Amarita, 2 vols.

DHOMBRES, J.; DHOMBRES, N. (1989), *Naissance d'un nouveau pouvoir. Sciences et savant en France (1793-1824)*, Paris, Payot.

DULIEU, L (1975-88) *La médecine à Montpellier*, Avignon, Les presses universelles, 4 vols.

DUMAS, J. B. (1828-46) *Traité de chimie appliquée aux arts*, Paris, Béchét jeune..

ECHEANDIA, P.G. (1997), *Función pública de abertura de las cátedras de Botánica y Química, que celebró la Real Sociedad Aragonesa*, Zaragoza, Institución "Fernando el Católico-Real Sociedad Económica Aragonesa, 33 + 38 p.

FERNANDEZ DE PINEDO, E. (1992), Coyuntura y Política Económicas. En: E. Fernández de Pinedo, Gil Novales, A.; Dérozier, A. , *Centralismo, Ilustración y Agonía del Antiguo Régimen (1715-1833)*, Barcelona, Labor, pp. 11-177.

FOURCROY, A. F. (1792) *Philosophie chimique ou vérités fondamentales de la Chimie moderne, disposées dans un nouvel ordre...*, Paris.

FOURCROY, A. F. an IX (1800), *Système des connaissances chimiques*, Paris, Baudouin, 11 vols.

GAGO R. *et al.* (1977) El plan del rector Blasco(1786) y la renovación e las dsciplinas científicas en la Univesidad de Valencia: la química y la enseñanza clínica, *Estudis*, 6, 157-170

GARCIA BELMAR, A. ; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (1992) El laboratorio químico de la Universidad de Valencia a través de sus gastos. In: H. CAPEL; J.M. LÓPEZ PIÑERO; J. PARDO (coord.), *Ciencia e Ideología en la ciudad, I Coloquio Interdepartamental*, Valencia, Generalitat Valenciana, t. I, 123-132.

GARCIA BELMAR, A.; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (1999), *Nombrar la materia*, Barcelona, El Serbal.

GARCIA BELMAR, A.; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (2000), French chemistry textbooks (1802-1852).New books for new publics and new educational institutions. En: B. BENSUAUDE-VINCENT; A. LUNDGREN (eds.), *Communicating Chemistry: Textbooks and their Audiences, 1789-1939*. Canton, History of Science Publications, 19-57.

GARCIA BELMAR, A.; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (2001) , Viajes a Francia para el estudio de la química, 1770-1833, *Asclepio*, LIII (1), 95-135.

GARCIA BELMAR, A.; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (2002), “La Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia y la enseñanza de la química aplicada a las artes durante la primera mitad del siglo XIX”[En publicación].

GARCIA BELMAR, A.; BERTOMEU SANCHEZ, J.R. (2002b), Practices, spaces and uses of learning chemistry: Spanish scientific travelers in France (1780-1830). In: A. CARNEIRO; P. DIOGO; A. SIMOES. *Scientific Travels in the Periphery*, Boston, Kluwer (en publicación).

GIL NOVALES, A (1991) , *Diccionario biográfico del trienio liberal*, Madrid.

GILLESPIE, C.C. (1957), The discovery of the Leblanc process, *Isis* 48, 152-170

GILLISPIE, C.C. (1980), *Science and Polity in France at the End of the Old Regime*, Princenton.

GOLINSKI, J. (1992), *Science as Public Culture: Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820*, Cambridge, University Press.

GONZALEZ, R.J. (1971), Mancebos boticarios en el Principado de Cataluña durante el siglo XVIII, *Anales de la Real Academia de Farmacia*, 37 (4), 525-616.

GOUGH, J. (1998), Winecraft and Chemistry in 18th Century France..., *Technology and Culture*, 42, 74-104.

GRAPI, P. (2001), The Marginalization of Berthollet's Chemical Affinities in the French Textbook Tradition at the Beginning of Nineteenth Century, *Annals of Science*, 58, 111-135.

GUTIERREZ BUENO, P. (1802) *Curso de química, dividido en lecciones para la enseñanza del Real Colegio de San Carlos. Por D...* Madrid, Villalpando, 1802.

HOLMES, F.L. (1989), *Eighteenth-Century Chemistry as an investigate enterprise*, Berkeley, Univ. of California.

HORN, J.; JACOB, M. (1998), Jean-Antoine Chaptal and the Cultural Roots of French Industrialization, *Technology and Culture*, 39 (4), 671-698.

JUMELIN, J.B (1806) *Traité élémentaire de physique, de chimie et de physico-mathématique, par...*, Paris, Duminiil-Lesieur.

- INDA ARAMENDIA (1997), La cátedra de química de la Real Sociedad Aragonesa de Amigos del País, *Llull*, 20, 739-746.
- LE GRAND (1984), Theory and Application: the Early Chemical Work of J.A.C. Chaptal, *British Journal for the History of Science*, 17, 1-16.
- MADOZ, P. (1847), *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España*, ... Madrid, La Ilustración.
- MEIJIDE PARDO, A. (1988), *El científico Fernández Taboada (1776-1841)*, A Coruña, Publicacions do Sem. de Estudos Galegos.
- MEINEL, C. (1981), De praestantia et utilitate Chemiae. Selbstdarstellung einer jungen Disziplin im Spiegel ihres programmatischen Schrifttums, *Sudhoffs Archiv*, 65, 366-389.
- MEINEL, C. (1983), Theory or practice? The eighteenth-century debate on the scientific status of chemistry, *Ambix*, 30, 121-132.
- MERCADER RIBA, J. (1949), *Barcelona durante la ocupación francesa (1809-1814)*, Madrid, C.S.I.C.
- MERCADER RIBA, J. (1983), *José Bonaparte de España (1808-1813). Estructura del Estado español Bonapartista*, Madrid, C.S.I.C.
- MIGUELEZ, C. (1805), *Arte de curtir o instrucción general de curtidos ...*, Madrid, Imprenta Real.
- MUSSON, A. E.; ROBINSON, E. (1969) *Science and technology in the Industrial Revolution*, Manchester, University Press.
- NIETO GALAN, A. (1994a), Química moderna y tecnología química a finales del siglo XVIII: una aproximación historiográfica, *Arbor*, 149 (586-587), 243-262.
- NIETO GALAN, A. (1994b), *Ciència a Catalunya a l'inici del segle XIX: teoria i aplicacions tècniques a l'escola de Química de Barcelona sota la direcció de Francesc Carbonell i Bravo (1805-1822)*, Barcelona, Tesi doctoral.
- NIETO GALAN, A. (1994c), Un projet régional de chimie appliquée à la fin du XVIII e siècle: Montpellier et son influence sur l'École de Barcelone: Jean-Antonie Chaptal et Francesc Carbonell, *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 44, 38-62.
- NIETO-GALAN, A. (2000), From the Workshop into Print: Berthollet, Brancroft, and Textbooks on the Art of Dyeing in the Late Eighteenth Century. En: A. LUNDGREN; B. BENSUADE-VINCENT (eds.), *Communicating Chemistry: Textbooks and Their Audiences*, Canton, Science History Pub., 165-187.
- NIETO-GALAN, A. (2001), *Coulouring Textiles. A History of Natural Dyestuffs in Industrial Europe*, Dordrecht, Kluwer, xxv + 246 p.
- PERRIN, C. (1986), Of Theory Shift and Industrial Innovations: The Relations of J.A.C. Chaptal and A.L. Lavoisier, *Annals of Science*, 43 (6), 511-543.
- PELLON GONZALEZ, I.; GAGO, R. (1994), *Historia de las cátedras de química y mineralogía de Bergara a finales del siglo XVIII...*, Bergara, Ayuntamiento de Bergara, 201 p.
- PIGEIRE, J (1931), *La vie et l'oeuvre de Chaptal (1756-1832)*, Paris, Editions Spès, 392 p.
- PUERTO SARMIENTO, F.J. (1994), La huella de Proust: el laboratorio de Química del Museo de Historia Natural, *Asclepio*, 46 (1), 197-220.

ROCASOLANO, A.G. (1936), La escuela Química de Zaragoza, *Universidad*, 13, 254-287.

RUSSELL, C.A. (2000), *Chemistry, Society and Environment. A New History of the British Chemical Industry*, London, The Royal Society of Chemistry, 372 p.

SAN CRISTOBAL, J. M.; GARRIGA Y BUACH, J. (1804-1805): *Curso de química general aplicada a las artes*. Paris, Carlos Crapelet, 2 vols.

SINGER, C. (1948), *The Earliest Chemical Industry. An Essay in the Historical Relations of Economics and Technology Illustrated from the Alum Trade*, London, Folio Society.

SISTO EDREIRA, R.; FRAGA VAZQUEZ, X.A. (1996), A recepción da ciencia moderna na Universidad de Santiago, 1772-1845. A incorporación da Física e da Química e o labor dos colexios prácticos, *Ingenium*, 5, 23-58.

SMITH, J.G. (1979), *The Origins and Early Development of the Heavy Chemical Industry in France*, Oxford, Clarendon Press.

THENARD, L.J. (1813 - 1816) *Traité de chimie élémentaire, théorique et pratique, par...*, Paris, Crochard, 4 vols.

TEN ROS, A. (1985), La ciencia experimental en la Universidad española de la Ilustración. El laboratorio químico de la Universidad de Valencia: 1787-1807, *Asclepio*, 28, 287-312.

VAN MONS, (1800) Lettre de ... sur les principes constituans des alkalis fixes, *Journal de Physique*, an VIII, 390-391.

VAUQUELIN, L.N. (1804), Essais sur l'ocroïte de M. Klaproth, *Annales de Chimie*, 50, 140-143

VAUQUELIN L.N.; GAY-LUSSAC, J.L.; BERTHOLLET, C. (1808), Rapport d'un memoire sur les cuves d'indigo de M. Garriga, docteur en médecine, et pensionnaire du Roi d'Espagne, par MM..., *Annales de Chimie*, 65, 99-106.

VITALIS, J.B. (1810), *Manuel du Teinturier sur fil et sur coton filé*, Rouen, Mégard.

WAKEFIELD, R.A. (2000), Police Chemistry, *Science in Context*, 12 (3), 231-267.

WEEKS, M.E. (1954) *Descubrimientos y conquistas de la química*, Barcelona, Manuel Marín.

ZARZOSO, A. (1996), Protomedicato y boticarios en la Barcelona del siglo XVIII, *Dynamis*, 16, 151-171.

NOTAS

¹ San Cristóbal (1804), t. I, p. v. La reseña mencionada se publicó en *Annales de chimie*, 53 (an XIII), 115-118. Algunas de las láminas del libro de San Cristóbal (1804) se encuentra ya en el obra de Bouillon-Lagrange (1802).

² *Ibid.*, vi.

³ *Ibid.*, xj.

⁴ Holmes (1989). Para una aproximación a este debate, v. Musson (1969); Clow (1952); Smith (1979) y la bibliografía que se citará más adelante así como la revisión de Nieto-Galán (1994a).

⁵ Hemos ofrecido un análisis general de los viajes de los pensionados españoles en García (2001).

-
- ⁶ Centenario (1877), p. 126. Podría tratarse de un familiar de Julián de San Christóval y Eguiarreta, conde de San Cristóbal, aunque este dato no ha podido ser confirmado.
- ⁷ González (1971), pp. 581 y 611. Sobre la relación entre boticarios y protomedicato en Cataluña, v. Zarzoso (1996). Agradecemos a Alfons Zarzoso la información facilitada para aclarar estos años de formación de Garriga.
- ⁸ Archivo General de Simancas (AGS), Consejo Supremo de Hacienda, Junta de Comercio, legajo 263, *Méritos y estudios del Dr. José Garriga i Buach*. ... pp.3-4. Citado por Nieto (1994b). Agradecemos a Agustí Nieto Galán su ayuda para consultar este documento.
- ⁹ Dulieu (1975-88), III, 216-219 y IV, 202-207. Dulieu señala que durante la Revolución se detuvo considerablemente la actividad del Colegio y que entre 1791 y 1802 no aparece ninguna tesis doctoral defendida por un colegial
- ¹⁰ Dulieu (1975-88), t. IV, 391-394.
- ¹¹ AGS, Consejo Supremo de Hacienda, Junta de Comercio, legajo 263, *Méritos y estudios del Dr. José Garriga i Buach*. ... pp. 6-7.
- ¹² Berthe (1802).
- ¹³ Muy probablemente fue elegido miembro de la Academia de Madrid durante su estancia en Montpellier que es la ciudad que aparece como su residencia en el *Catálogo de los individuos de que se compone la Real Academia Médica de Madrid* ... [ca. 1809], donde aparece como "correspondiente nacional". Cf. Archivo Histórico Nacional (AHN), Consejos, legajo 11289 (68). No aparece, sin embargo, en un *Catálogo de los individuos de la Real Academia Médica* posiblemente impreso alrededor de 1796. Cf. *Ibid*.
- ¹⁴ AGS, Consejo Supremo de Hacienda, Junta de Comercio, legajo 263, *Méritos y estudios del Dr. José Garriga i Buach* ... p. 19.
- ¹⁵ *Ibid*. Méritos y estudios del Dr. José Garriga i Buach ... p. 17-18.
- ¹⁶ *Ibid*. pp. 20-21.
- ¹⁷ Sobre estos pensionados, v. Bertomeu (2000) y García Belmar (2001).
- ¹⁸ *Méritos* ... op. cit. (10), p. 23.
- ¹⁹ Así lo indica para el caso de Desgenettes y Pinel la documentación de la Facultad de Medicina de París que se encuentra en Archives Nationales de France (ANF), AJ16, 6418. La referencia a los estudios con Hallé procede del texto citado *Méritos* ..., Cf. *Ibid*. p. 22.
- ²⁰ AHN, Hacienda, libro 6479, f. 230v., 5 de mayo de 1803. Se le asignó una pensión de 12.000 reales.
- ²¹ Lettre de Garriga, médecin, etc. Aux redacteurs des Annales de Chimie", *Annales de Chimie*, 48 (an XII), 104-107.
- ²² La reseña de Garriga apareció en *La Décade Philosophique*, an XII (4e trim.) (1804), vol. 31, pp. 193-198 y en el *Journal Général de Médecine*, an XII, t. XVII, pp. 437-446. La obra reseñada, *Epidemiología española, ó historia cronológica de las pestes, contagios, epidemias y epizotias que han acaecido en España desde la venida de los Cartaginesas hasta el año 1803* de Joaquín Villalba acababa de aparecer en Madrid en 1803.
- ²³ Gil Novales (1991), 620.

-
- ²⁴ Apareció en el número de 1804, *Band 1*, pp. 361-362.
- ²⁵ La reseña de Guyton de Morveau se publicó en *Annales de Chimie*, 53 (an XIII), pp. 115-118. También se publicaron reseñas en la *Décade Philosophique*, an XIII (III^e trim.), pp. 70-71 y an XIV (I^e trim.), pp. 385-387 y en el *Journal générale de médecine*, XXI, 341-342 y XXIV, 239 y 446-451.
- ²⁶ [I.B.] *Décade Philosophique*, an XIII (III^e trim.), p. 70.
- ²⁷ [F.J. Double], *Journal générale de médecine*, XXIV, 447-451
- ²⁸ V. Meinel (1981) y (1983).
- ²⁹ Sobre esta cuestión, v. Wakefield (2000).
- ³⁰ V. Golinski (1992) y Bud (1984).
- ³¹ Gillespie (1980), pp.3-32 y 388-478.
- ³² Un panorama general en Dhombres (1989).
- ³³ Cadet, 1804, pp. xxxiii-xxxiv. El texto tuvo mayor difusión porque fue recogido además en las *Décades Philosophiques*, an XII, 11, 69-70
- ³⁴ Sobre esta cátedra, v. Pellón González (1994) que contiene información bibliográfica adicional.
- ³⁵ V. Gago (1977), Ten (1985) y García (1992).
- ³⁶ Rocasolano (1936), Inda (1997) y la reciente reedición del discurso inaugural de Echeandía (1997).
- ³⁷ Este autor es poco conocido. La información procede de AGS, Gracia y Justicia, legajo 1090. Copia de un oficio de Pedro Cevallos a Benito Tellez, Palacio, 18 de julio de 1807, en el que se le ordena viajar a Valladolid para ocuparse de la cátedra de química establecida en 1803. Benito Tellez se dirigió en 1809 al gobierno de José I para conseguir ser empleado. Cf. AGS, *Gracia y Justicia*, legajo 1089, 7 de junio de 1809; Archivo del Palacio Real (APR), *Gobierno Intruso*, Libro 2209, f. 3 (33), 4 de octubre de 1809. Más tarde, trató de ser nombrado profesor del Museo de Ciencias Naturales.
- ³⁸ Más datos sobre este farmacéutico en Meijide (1988) y Sisto (1996). Para más información sobre estos estudiantes y otros pensionados, v. García (2001). Para una discusión más detallada de estos autores y los proyectos asociados, v. García (2002b).
- ³⁹ Sobre esta cátedra, v. Nieto-Galán (1994b).
- ⁴⁰ Biblioteca de Catalunya (BC), *Arxius de la Junta de Comerç, Llibre d'accords*, 1805, f. 142-143.
- ⁴¹ Sobre las ideas de Chaptal acerca de las relaciones entre química y artes, v. Le Grand (1984), Perrin (1986) y Gough (1998). Una interesante comparación entre la obra de Chaptal en Montpellier y la labor de Carbonell en Barcelona en Nieto-Galán (1994c).
- ⁴² Chaptal, 1796, I, 294-318 (Fer), y II, 59-64 (De la cuite du savon).
- ⁴³ Así describe Chaptal en sus *Mémoires* (Chaptal (1893), pp. 32-33): "je publiai, au milieu de ces occupations, mes *Eléments de chimie*, en trois volumes in-8°. Je m'attachai à cet ouvrage que le mérite de pouvoir servir de guide à mes nombreux élèves, et je négligeai d'en envoyer aux libraires de Paris et de la faire annoncer; mais quelle fut ma surprise lorsque je vis qu'on en demandait de toutes parts, et que toutes les

nations se l'approprieraient par des traductions! L'édition fut bientôt épuisée, et Déterville, libraire à Paris, me demanda d'en faire une seconde; j'y consentis; le succès fut le même. Déterville fait dater sa fortune de l'époque où mon ouvrage parut. Cette seconde édition fut suivie d'une troisième; celle-ci, d'une quatrième, et, en quelques années, il s'est répandu quatorze mille exemplaires de ceet ouvrage. J'ai eu la consolidation de voir que, penant douze à quinze ans, mes Eléments ont été preque le seul ouvrage qu'on ait mis entre les mains des élèves en France, en Angleterre, en Espagne, en ITalie, en Allemagne et en Amérique.- Outre la méthode qui régnait dans mes Eléments, on y toruvait des applications nombreuses aux arts, ce qui était tout à fait nouveau, et c'est surtout à cela qu'il faut rapporter le succès prodigieux du livre".

⁴⁴ Chaptal (1796), I, i-ij.

⁴⁵ Chaptal (1807), I, liij.

⁴⁶ Berthollet (1804). La primera edición apareció en 1791. Una interesante comparación de esta obra con otro libro de texto contemporáneo de Edward Bancroft en Nieto-Galán (2000).

⁴⁷ Chaptal (1807), I, xlix. Las citas proceden de diversos pasajes de la introducción.

⁴⁸ Chaptal (1807), I, lj: "... je le répète, j'ai prétendu donner un ouvrage de principes, et non pas un recueil de formules ou de procédés de manipulation. J'ai eu constamment en vue d'éclairer l'artiste, en lui faisant connoître la cause de tous les résultats qui s'offrent à lui dans ses opérations, et la nature des matières qu'il emploie. Je n'écris pas pour un art en particulier, mais j'écris pour tous, et tâche de les ramener à des principes communs".

⁴⁹ Archives de l'Académie des Sciences de Paris, *Mémoire sur les cuves d'indigo par M Garriga, médecin de l'université de Montpellier et pensionné de S.M.C., Lu le 21 septembre 1807*, p. 34.

⁵⁰ "[Le compagonnage] instruait l'artiste de tous les procédés nouveaux ... , agrandissoit son âme par le spectacle de tout ce qui s'exécutoit de beau et de parfait, nourrissoit son émulation par la fréquentation de tous les talents; de manière que de retour dans ses foyers, il avoit des conceptions plus hardies et des méthodes de travail plus parfaites". Cf. Chaptal (1800), p. 219. Citado por Pigeirie (1931), p. 299.

⁵¹ Sobre esta cuestión, v. Pigeirie, 1931, 190-191. Para la formación del obrero, Chaptal consideraba que "l'apprentissage ne peut être supplée en aucune manière". Chaptal criticaba la supresión del "contrat d'apprentissage". Cf. Chaptal (1800), p. 218.

⁵² *Ibid.* p. 219, Estas ideas sobre la diferente formación del obrero y del maestro artesano están relacionadas con las recomendaciones de Chaptal acerca del mejor emplazamiento para las industrias. Para evitar las grandes acumulaciones de población asociadas con la revolución industrial, Chaptal recomendaba mantener las industrias de lujo con sus obreros en el campo mientras el patrón vivía en la ciudad, donde podría estar atento a los cambios en el consumo y rodeado de "artistes et savans qui l'éclairent". Cf. Chaptal, (1807), I, xxvii-xxix.

⁵³ : "L'art de la teinture, par exemple, y est enseigné dans une ou deux séances, après lesquelles on ne connoît ni l'art des manipulations, ni le choix des matières, ni

la disposition des ateliers. Tout s'est borné, dans ce peu d'instans consacrés à la description du plus compliqué de tous les arts, à lier quelques idées sur le principe colorant, les mordans et la nature d'un assez petit nombre de matières tinctoriales. Ainsi la chimie donne la clef des opérations de l'art; mais ne s'occupant pas assez de détails dans l'enseignement public, elle ne parviendra jamais à former un artiste". Cf. Chaptal (1800), p. 220.

⁵⁴ *Ibid.*, 220.

⁵⁵ Más detalles sobre sus concepciones en Horn-Jacob (1998), 686-692.

⁵⁶ Chaptal (1807), xliij.

⁵⁷ Chaptal (1807), lij, define "arts compliqués" como "ceux qui mettent à contribution l'action successive ou simultanée de l'air, de l'eau, du feu, sur les métaux, les terres ou les substances organisées".

⁵⁸ Chaptal (1807), lij. El mismo año que apareció su *Chimie appliquée aux arts*, Chaptal publicó una nueva edición de su famoso libro *L'art de faire, gouverner et perfectionner le vin* (Paris, 1 ed., 1801; reimpresso en París, 1807) y publicó su *Art de la teinture du coton en rouge* (Paris, 1807), un asunto sobre el que había publicado varios artículos. Al año siguiente publicó otra obra sobre tintes (*Principes chimiques sur l'art du teinturier-dégraisseur*, Paris 1808) y, más tarde, una obra sobre agricultura (*Chimie appliquée à l'agriculture*, Paris, 1823). Una lista detallada de las publicaciones de Chaptal se puede encontrar en Pigeirie (1931) y en Crosland (1981).

⁵⁹ Chaptal (1807), x.

⁶⁰ *Ibid.*, xiii-xiv.

⁶¹ La traducción de San Cristóbal no llegó a publicarse. Cf. AHN, Estado, legajo 5327, exp. 23. Carta de San Cristóbal, 22 de noviembre de 1824.

⁶² Vitalis (1810). Citado por Nieto-Galan (2000), 174. Un análisis más detallado de este problema en Nieto-Galan (2001), cap. III, especialmente pp. 85-90.

⁶³ Chaptal (1796), lxvii-lxviii, ("innovateur dangereux"). Una discusión más detallada de este asunto aparece en el apartado dedicado a a producción de tintes en *Ibid.* III, 172-176. Chaptal realizó comparaciones entre los límites en el uso de la química en las artes y en la medicina, un asunto que discutió también en su libro de texto (Cf. *Ibid.* t. III, 314-320). Sobre esta cuestión, v. Nieto-Galán (1994), 44-45. V. también Holmes (1995) y Bertomeu Sánchez- García (2000) para una revisión de las relaciones entre química y medicina en esos años.

⁶⁴ Miguelez (1805), Prólogo. El libro mereció las alabanzas de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Madrid. V. González Palencia (1933-35), t. II, 147-149.

⁶⁵ Chaptal (1796), I, lxiv: "Nous voyons, par exemple, que l'artiste ne connoît l'acide sulfurique que sous le nom d'huile de vitriol, quoique la dénomination d'acide vitriolique ait été le langage des chymistes pendant un siècle: n'espérons pas s'être plus heureux que nous prédécesseurs".

⁶⁶ Sobre esta cuestión, v. Garcia (1999).

⁶⁷ Chaptal (1796), I, lxiv-lxv.

⁶⁸ San Cristóbal (1804-1805), I, 101.

⁶⁹ *Ibid.* I, 152.

⁷⁰ Chaptal (1807), I, xvi-xix. Chaptal manifestó estas ideas en otros textos como, por ejemplo, *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie* (1804). Cf. Horn-Jacob, 1998, 693.

⁷¹ Chaptal (1796), II, 174, donde realiza una discusión sobre el arte de la tintura. V. también Chaptal (1807), I, xx: "Il m'a toujours paru impossible que le chimiste pût réunir, dans son laboratoire, tous les élémens de calcul sur lesquels le manufacturier doit opérer avant de prononcer avec connoissance de cause: en effet, la main d'oeuvre, les frais d'établissmens, l'intérêt des fonds, les facilités pour la vente, le goût ou le caprice du consommateur, la nature du sol, les approvisionnemens en combustibles et en matières premières, sotn tout autant de données qu'il faut connoître, qu'il faut peser, qu'il faut calculer; et le fabricant peut seul se procurer assez de renseignemens pour arriver à des résultats sur lesquels il puisse motiver sa décision"

⁷² Archives de l'Académie des Sciences de Paris, *Mémoire sur les cuves d'indigo par M Garriga, médecin de l'université de Montpellier et pensionné de S.M.C., Lu le 21 septembre 1807*, p. 2.

⁷³ *Ibid.*, xiii.

⁷⁴ Chaptal (1807), I, xv. V: "Avant que la chimie eût ramené à des principes généraux les nombreuses opérations de l'industrie, les fabriques, les manufactures, étoient, pour ainsi dire, l'apanage de quelques nations et la propriété d'un petit nombre d'individus; le secret le plus absolu couvroit chaque procédé du voile du mystère; les formules et les pratiques se transmettoient en héritage de génération à génération. La chimie a tout dévoilé: elle a rendu le domaine des arts le patrimoine de tous; et, en peu de temps, on a vu tous les peuples, chez lesquels cette science a été cultivée, s'enrichir des établissemens de leurs voisins. Les préparations de plomb, de cuivre, de mercure; les travaux sur le fer; la fabrication des acides; l'apprêt des étoffes; l'impresion des coulers sur toile; la composition des cristaux, des terres cuites et des porcelaines, etc.; tout cela a été tiré du secret, et forme aujourd'hui une propriété commune". V. también Chaptal, 1807, III, 5-7, para entender cómo la guerra había permitido desvelar algunos secretos.

⁷⁵ Vauquelin (1808), p. 100.

⁷⁶ Archivo del Museo de Ciencias Naturales (AMCN), Química 001, Carpeta 7 (1), Informe de José María de San Christóval, París, 18 de abril de 1820.

⁷⁷ AMCN, *Química* 001, carpeta 7 (1), Informe de San Christóval al Ministro de Gobernación, París, 12 de mayo de 1820.

⁷⁸ ANH, Estado, legajo 5327, exp. 23. Oficio de San Cristóbal, París, 22 de mayo de 1822.

⁷⁹ Chaptal (1807), I, liv: "Quoique, depuis trente ans, j'aie formé bien des établissemens, et que j'en aie visité un bien plus grand nmbre, il est beaucoup d'arts sur lesquels je n'ai pas pu prendre, par moi-même, assez de notions pour en être satisfait; il en est d'autres que je n'ai jamais eu occasion de voir, et sur lesquels je n'ai consulté que des Mémoires ou es récits plus ou moins exacts. Je me suis même forcé de passer sous le silence quelques articles de fabrication, parce que j'ai craint de commettre ou de propager des erreurs".

-
- ⁸⁰ Chaptal (1796), I, 20-38. En su *Chimie appliquée aux arts*, Chaptal aumentó este apartado e integró las ideas de Berthollet. Cf. Chaptal (1807), I, 11-60. También aumentó sustancialmente el siguiente capítulo dedicado a “des moyens que le chimiste emploie pour préparer les molécules des corps à l’action chimique”, incluyendo un largo apartado dedicado a la acción del calor, donde analizaba la fabricación de hornos.
- ⁸¹ Berthollet (1803). San Cristóbal (1804-1805), I, 8-27, señalaban las dificultades que suponía la introducción de las ideas de Berthollet en un libro elemental porque "su simple extracto supone indispensablemente una instrucción profunda en todos los ramos de la Química" (*ibid.* p. 23). Garriga y San Cristóbal seguían a Berthollet para mostrar "las principales causas que pueden influir en la acción química" y finalizaban señalando que "en cuanto a las anomalías de las afinidades de que hablan diferentes autores, nos contentaremos con observar que realmente no existen" (*ibid.* p. 26). Sobre la presencia de la obra de Berthollet en los libros de texto franceses de esos años, v. Grapí (2001).
- ⁸² Fourcroy (1800), t. I, xxxiv-xxxv.
- ⁸³ En realidad, a pesar de sus afirmaciones, Fourcroy y otros autores de esos años continuaron empleando muchas de los grupos de sustancias tradicionales. Sobre esta cuestión, Bensaude-Vincent (1990) y Bensaude-Vincent (2002).
- ⁸⁴ Chaptal (1796), I, 51.
- ⁸⁵ San Cristóbal (1804-1805), I, xv.
- ⁸⁶ Garriga (1807), op. cit. nota (72), p. 9. " [...] si l'on on avoit essaié de simplifier la question d'aller du simple au composé, et du connu à l'inconnu, on seroit bien tôt parvenu à connaitre ce qui se passe, et on auroit fait disparaître la difficulté en simplifiant en même tems et la manière de les monter et de les gouverner".
- ⁸⁷ Para una discusión más general sobre este tema, v. Bensaude-Vincent (2002).
- ⁸⁸ San Cristóbal (1804-1805), I, xiv.
- ⁸⁹ Chaptal (1796), II, 177-445. Por el contrario, en su siguiente obra, *Chimie appliquée aux arts*, 1807, Chaptal colocó los metales dentro del capítulo apartado dedicado a las sustancias elementales, al principio de su química mineral, antes incluso que otras sustancias como el azufre o el carbono. Cf. Chaptal (1807), II, 169-318.
- ⁹⁰ Fourcroy incluyó un pequeño apartado con consideraciones generales sobre los metales dentro del apartado dedicado a las sustancias combustibles simples (Cf. Fourcroy (1800), I, 210, article XII) pero la descripción detallada de cada metal fue relegada al volumen quinto. Además del gran número de metales conocidos, Fourcroy aducía que sus numerosos usos y su poderosa influencia en el desarrollo de la química exigían un tratamiento particular. Cf. Fourcroy (1800), V, 4.
- ⁹¹ Por ejemplo, Bouillon-Lagrange (1802), t. II.
- ⁹² San Cristóbal (1804-1805), I, xiv.
- ⁹³ San Cristóbal (1804-1805), I, xv.
- ⁹⁴ Chaptal (1796), I, section VI (l'air atmosphérique), pp. 128-132 y section VII (l'eau), pp. 132-150.

-
- ⁹⁵ Chaptal (1807), III, 205-223.
- ⁹⁶ Chaptal (1807), III, 442-475.
- ⁹⁷ V., por ejemplo, los comentarios de Berzelius (1843).
- ⁹⁸ V., por ejemplo, Van Mons (1800), 390-391, donde se se sugiere que “l’alkali fixe soit un azoto-carboné, ou un carbone azoté”.
- ⁹⁹ Fourcroy (1792), p. 50 indicaba: “Si l’azote est reconnu quelque jour comme le principe qui forme les alcalis, l’atmosphère se trouvera être un composé d’oxigène et d’alcaligène, fondus, chacun séparément dans le calorique; elle offrira un vaste réservoir, où le physicien verra la nature puisant les matériaux des deux classes d’agens composés, les plus actifs et les plus utiles pour un grand nombre de ses opérations”. Fourcroy, (1800), lxxxiv, lo denominaba “principe alcalifiant o alcalisant” y señalaba estas afirmaciones como “idées hypothétiques”
- ¹⁰⁰ Chaptal (1796), I, 150-171.
- ¹⁰¹ Sobre sus razones, v. Fourcroy (1800), lxxxij.
- ¹⁰² Bouillon-Lagrange (1802), I, 411-440.
- ¹⁰³ San Cristóbal (1804-1805), Cap. X “De las bases salificables en general y de las Tierras en Particular”, 283-324 y Cap. XI “De los Alcalis”, pp. 324-343.
- ¹⁰⁴ San Cristóbal (1804-1805), I, 341-432.
- ¹⁰⁵ Chaptal (1807), II, Chap. II: De la Partie Minérale de notre Planète. Este capítulo incluía dos secciones dedicadas a “des terres et des Alkalis” (pp. 48-169) y “des substances métalliques” (pp 169-318).
- ¹⁰⁶ Chaptal (1807), III, Chap. VIII: “Des combinaisons de l’Hydrogène”, pp. 504-531. Además de las combinaciones con el nitrógeno (pp. 504-514), se incluían las combinaciones con el fósforo, el azufre y el carbono.
- ¹⁰⁷ Chaptal (1807), II, 92-93.
- ¹⁰⁸ Sobre esta cuestión, v. Bertomeu (1999).
- ¹⁰⁹ San Cristóbal (1804-1805), I, 28-45.
- ¹¹⁰ *Ibid.*, I, 45-105.
- ¹¹¹ *Ibid.*, I, 105-121.
- ¹¹² *Ibid.*, I, p. 46.
- ¹¹³ *Ibid.*, I, p. 47.
- ¹¹⁴ *Ibid.*, I, xv.
- ¹¹⁵ Berthollet (1803), I, 189-217, "De l'action de la lumière et du fluide électrique".
- ¹¹⁶ San Cristóbal (1804-1805), I, xvj.
- ¹¹⁷ Sobre esta cuestión, v. García Belmar, 2000, 25-26. Además de los conocidos trabajos de J. Heilbron, v. Beretta (2001) para un estudio sobre el papel de la electricidad en la obra de Lavoisier.
- ¹¹⁸ Jumelin (1806), ii. Sobre estas obras, v. García Belmar (2000).
- ¹¹⁹ V., por ejemplo, Fourcroy (1800), II, 261-262, donde trata de los efectos de la electricidad en las piedras. Más referencias en Fourcroy (1800), V, 14 y 23.
- ¹²⁰ Bouillon-Lagrange (1802), I, 157-190, dedicaba una lección a la luz y el calórico. En su índice de materias no aparece una sola entrada dedicada a la electricidad, una materia que incluyó dentro de las “propiedades físicas” de los cuerpos en una tabla resumen situada al final de la obra. *Cf.* Bouillon-Lagrange (1802), II, p. 760.

-
- ¹²¹ También incluía el libro de Gutiérrez Bueno (1802) en las pp. 243-250 un capítulo dedicado al “fluido galvánico”. Sobre este autor y el resto de libros de texto españoles de esos años, v. Bertomeu (2000b), (2001a) (2001b).
- ¹²² Thenard (1813-1816), I, 91-109. Thenard señalaba la existencia de “quatre corps impondérables”: “le calorique, le fluide lumineux, le fluide électrique et le fluide magnétique” y añadía: “leur impondérabilité rend leur existence douteuse; quoi qu’il en soit, nous en parlerons comme s’ils étaient des corps réels, mais nous n’affirmerons rien à cet égard, et nous préférons cette hypothèse à toute autre, parce quelle est plus commode pour exposer les faits”. Cf. *ibid.*, I, 22.
- ¹²³ San Cristóbal (1804-1805), I, 103.
- ¹²⁴ *Ibid.*, I, 112, lo describen como consistente en “dos discos metálicos que se aplican uno sobre otro”, de modo que el inferior está cubierto con un ligera capa de materia resinosa y el superior está armado con un mango de vidrio. Se empleaba para cargar la botella de Leiden o para producir deflagraciones eléctricas. En la segunda mitad del siglo XIX se transformó en un instrumento habitual en las aulas de física.
- ¹²⁵ *Ibid.*, I, 103-121, donde se describen las figuras de las lámina VI.
- ¹²⁶ *Ibid.*, I, 321-324.
- ¹²⁷ *Ibid.*, I, 355 y ss.
- ¹²⁸ Sobre esta cuestión, v. Holmes, (1989).
- ¹²⁹ San Cristóbal (1804-1805), I, xvij.
- ¹³⁰ *Ibid.*, II, 97-394. En la introducción (p. 97) se indica “Divídense todas las sales, a cualquiera clase que pertenezcan, en géneros, especies y variedades; y sirviéndose los químicos de los ácidos para formar géneros y de las bases para formar las especies, resulta que se distinguen en la química tantos géneros de sales, cuantos son los ácidos conocidos, y tantas especies, cuantas son las bases”. También señalaba que Haüy, siguiendo el criterio de la cristalización, había adoptado un orden opuesto (las bases para formar los géneros) aunque lo consideraban inferior desde el punto de vista de la química “pues presenta menos analogías en el conjunto de las especies comparadas entre si” (*ibid.*, II, 98). Sobre esta cuestión, v. Bertomeu (1999), pp. 32-37.
- ¹³¹ San Cristóbal (1804-1805), II, 98-99. Dado que las sales eran presentadas “conforme a los diversos grados de afinidad que tienen los ácidos con las diferentes bases”, resultaba posible deducir que “1.- que el ácido que constituye el primer género, puede separar los de los géneros subsecuentes, sin que ninguno de estos pueda producir el mismo efecto en sus combinaciones; 2º que la base que constituye la primera especie de cada género, se halla en igual caso con respecto a las especies que le siguen”, etc.
- ¹³² *Ibid.* p. 7.
- ¹³³ *Ibid.* p. 7.
- ¹³⁴ Fourcroy (1800), IV, 274-275.
- ¹³⁵ *Ibid.* Fourcroy consideraba que esta elección se debía a que “les idées minéralogiques se portent plus particulièrement sur les terres et les alcalis, qui ne sont considérés que comme acidifères”.

-
- ¹³⁶ Fourcroy (1800), III, 10 y IV, 271 y ss., donde recoge los sistemas de clasificación de Daubenton, Haüy y el suyo propio.
- ¹³⁷ Chaptal señalaba que estas tierras habían sido encontradas en el “spath adamantin et dans le jargon de Ceylan” Esta última tierra es la “circona”. Cf. Chaptal (1807), II, 57. En el “spath adamantine” (corindón), Klaproth creyó encontrar una “terre particulière qu’on a supposé pouvoir être également un des principes des pierres précieuses”. Cf. Chaptal (1796), II, 157-158. Más adelante, Klaproth reconoció que se trataba de un error. Cf. Fourcroy, (1800), II, 302.
- ¹³⁸ Chaptal, (1796), II, 7.
- ¹³⁹ Vauquelin (1804), 140-143. Vauquelin publicó otros trabajos posteriores sobre la naturaleza de esta sustancia. Estos estudios condujeron posteriormente al aislamiento del cerio. Cf. Weeks (1954), pp. 298-301.
- ¹⁴⁰ Otra consecuencia fue que la línea de separación entre tierras y álcalis fue difuminándose, hasta el punto que Chaptal decidió describir conjuntamente ambas sustancias en su libro de 1807. Cf. Chaptal (1807), II, 47.
- ¹⁴¹ San Cristóbal (1804-1805) II, 1-3.
- ¹⁴² *Ibid.*, II, 97-106.
- ¹⁴³ *Ibid.*, II, 49-50.
- ¹⁴⁴ *Ibid.*, II, 78-82.
- ¹⁴⁵ Sobre la introducción en Francia de este método, v. Smith (1979), 2- 112.
- ¹⁴⁶ San Cristóbal (1804-1805), II, 33-34. Sobre las innovaciones introducidas en Francia en esos años, v. Smith (1979), 57-63 y 68-82.
- ¹⁴⁷ San Cristóbal (1804-1805), II, 34.
- ¹⁴⁸ Cadet de Gassicourt (1804). Sobre esta cuestión, v. Smith (1979), 61-62. Garriga y San Cristóbal no pudieron recoger las nuevas ideas de Clément y Desormes que aparecieron en 1806, sólo un año después del segundo volumen de su libro. Cf. Smith (1979), 63-68.
- ¹⁴⁹ Holmes (1989), 90-96.
- ¹⁵⁰ San Cristóbal (1804-1805), II, 172. El texto de los pensionados españoles es una traducción con algunas modificaciones del párrafo correspondiente de la obra de Chaptal (1796), I, 60 donde se indica que "l'alun est une des matières les plus précieuses des arts; il est l'ame de la teinture, et ser de mordant à presque toutes les couleurs. On s'en sert pour préparer les cuirs, pour imprégner les papiers et les toiles qu'on veut teindre par impression; on en ajoute au suif pour le rendre plus dur, on le fait entrer dans la préparation de la colle pour en écarter les vers; on l'emploie, en Angleterre et ailleurs, pour donner de la blancheur et du volume au pain; fondu avec salpêtre de la première cuite, il forme du crystal minéral très-blanc. Les imprimeurs frottent leurs balles avec l'alun calciné pour leur faire prendre l'encre; les chirurgiens l'emploient pour ronger les chairs mortes ou baveuses".
- ¹⁵¹ Sobre la industria del alumbre, se puede consultar la excelente síntesis de Singer (1948). Para la mina papal de Tolfa, v. Delumeau (1962). Una descripción contemporánea del proceso en Chaptal (1807), IV, 75.
- ¹⁵² Sobre los posibles orígenes de este método, v. Singer (1948), 176-179. También a finales del siglo XVIII se produjo un importante desarrollo de esta industria en Gran Bretaña. V. Clow (1952), 234-244 y Russell (2000), 62-64 y 178-179.

¹⁵³ Singer (1948), 249-50 y Smith (1979), 18-19 y 308-309.

¹⁵⁴ Chaptal (1795), II, 55-56 y Chaptal (1796), II, 55-56: "quoique l'alun soit commun sur ce globe, la combinaison des principes qui le constituent s'opère très-difficilement" [...] "L'argille la plus pure, sur laquelle on fait digérer de l'acide sulfurique, se dissout avec peine, et il est bien difficile d'emmener cette combinaison à une cristallisation régulière". "Presque tout l'alun du commerce nous est fourni par les mines qu'on exploite à ce sujet". Chaptal había dirigido varias fábricas de producción de alumbre y descubiertos nuevas minas de mineral en el sur de Francia. Cf. Piegere (1931), 99 y Nieto-Galan (1994), 42-43.

¹⁵⁵ Fourcroy (1800), III, 56-57, atribuye este avance a Vauquelin pero también llegaron a esta conclusión, de modo independiente, Chaptal y Descroizilles. Cf. Smith (1979), 308-309.

¹⁵⁶ Chaptal (1807), IV, 71.

¹⁵⁷ V. nota 69.

¹⁵⁸ San Cristóbal (1804-1805), I, 171. Vauquelin publicó en esos años un comparación de las diferentes tipos de alumbres en *Ann. chim.* 50, 154-72. Sobre sus aportaciones a esta cuestión, v. Singer (1948), 253-254.

¹⁵⁹ Curaudau (1804), 330: "cet alun [de Rome] a des propriétés qui lui sont particulières, mais dont l'analyse ne peut nous donner l'explication. Il est malheureusement beaucoup de ces phénomènes dont la chimie demeurera longtemps spectatrice, avant de pouvoir en assigner les causes".

¹⁶⁰ Después de la publicación del libro de Garriga, los métodos de producción artificial de alumbres se multiplicaron en los libros de texto. En 1807, Chaptal recogía hasta cuatro procedimientos diferentes para la producción "de toutes pièces" del alumbre y, aunque reconocía que muchos artesanos seguían prefiriendo el alumbre de Roma, señalaba que los "aluns de fabrique" eran cada vez más apreciados. Cf. Chaptal (1807), IV, 71-72 y Smith (1979), 309. Thenard (1813) II, 477-479 recoge cuatro procedimientos de fabricación de alumbre, dos basados en la extracción a partir de minerales y otros dos basados en su producción mediante (a) piritas y esquistos aluminosos y (b) arcilla y ácido sulfúrico con adición del álcali correspondiente. Dumas (1828-1846), II, 471-476, describe con detalles estos procedimientos.

¹⁶¹ Sobre esta cuestión, v. Gillespie (1957) y Smith (1979), 192-306 así como la revisión crítica de Holmes (1989), 96-102.

¹⁶² Chaptal (1796), I, i. Avis de l'éditeur. Este texto no aparece en el prólogo de la anterior edición. Cf. Chaptal, an III, I, i-ii.

¹⁶³ Smith (1979), 194 estima que, en las fechas inmediatamente anteriores a la revolución, Francia importaba, principalmente de España y Sicilia, alrededor de 15 millones de kilogramos de sosa por año.

¹⁶⁴ Según Chaptal, en Languedoc se hicieron diversos ensayos para cultivar la barrilla a principios del siglo XVIII que fueron repetidos con éxito, bajo la supervisión de Chaptal, a partir de 1782. Sin embargo, el cultivo no prosperó. Cf. Chaptal (1796), I, 159-160 y Chaptal (1807), II, 133-134.

¹⁶⁵ Smith (1979), 194 y Holmes (1979), 41-42 para el marco de estas investigaciones.

¹⁶⁶ Chaptal, (1795), I, 238-239. Este texto también aparece en la tercera edición. Cf. Chaptal (1796), I, 334-335.

¹⁶⁷ Smith (1979), 196-209.

¹⁶⁸ Los autores mencionados son Nicolas Leblanc (1742-1806), el autor al que habitualmente suele atribuirse este método, Michel Dizé (1764-1852), ayudante de Darcet en el Collège de France que colaboró en los primeros ensayos del método, y Henri Shée (1739-1820), militar y administrador del duque de Orleans que financió la puesta en marcha de las primeras industrias.

¹⁶⁹ “ Le procédé par l'intermède de la craie paroît celui qui peut être généralement adopté; parce que cette matière première est la plus universellement répandue, et que son mélange n'empêche pas la soude d'être mise dans le commerce, et d'être employée dans l'état brut, et qu'elle ressemble plus particulièrement à celle dont l'usage est établi. De plus, comme on dégage l'acide muriatique par le moyen de l'acide sulfurique, on peut, par une même-opération, faire du muriate ammoniacal”. Cf. Chaptal (1796), I, 336-344, cita en p. 344. Los otros métodos citados por Chaptal eran atribuidos a Alban (basado en el tratamiento del sulfato de sosa mediante fragmentos de hierro), Guyton y Carny (de los que recogía seis variantes diferentes) y Ribacourt (que calificaba como procedimientos semejantes a los anteriores).

¹⁷⁰ San Cristóbal (1804-1805), I, 334. Los autores remitían al artículo de la potasa para las operaciones de purificación asociadas con este método.

¹⁷¹ San Cristóbal (1804-1805), II, 267-269. V. la nota anterior (169) para una breve descripción de estos métodos así como Smith (1979), 192-261.

¹⁷² Desmarest (1828). Prólogo de J.L. Casaseca.

¹⁷³ San Cristóbal (1804-1805), I, xvlj.

¹⁷⁴ Sobre esta cuestión, v. Nieto Galán (2001), 17-18 y el capítulo de este mismo autor en este libro, especialmente el apartado "Azúl".

¹⁷⁵ Archives de l'Académie des Sciences de Paris, *Mémoire sur les cuves d'indigo par M Garriga, médecin de l'université de Montpellier et pensionné de S.M.C., Lu le 21 septembre 1807*, 36 p. Los comentarios de los químicos franceses fueron publicados en la revista *Annales de Chimie*. Cf. Vauquelin (1808). También se publicaron estos comentarios en las *Mémoires presentes a l'Institut des Sciences, lettres et arts, par divers savans, et lus dans ses assemblées. Sciences mathématiques et physiques*, Paris, Baudin, 1811, t. II, pp. 634-636.

¹⁷⁶ *Ibid.*, p. 2 "Ayant eu occasion d'examiner et de practiquer noi même les différents procédés employés dans les teintures, sur toutes les couleurs qu'on donne aux laines et aux draps j'ai recueilli un grand nombre de faits théoriques et pratiques que je me propose de publier dans une serie des memoires qui suivront celui-ci".

¹⁷⁷ *Ibid.* p. 18. Sobre Roard, v. Nieto-Galan (2001), 47-48. Garriga mencionaba conversaciones personales con Berthollet: "M. Berthollet a bien voulu me communiquer des faits qui paraissent prouver que l'indigo se trouove tout formé

a la plante, il a vu en Egipte qu'on obtenoit un suc vert en l'expriment qui passoit au bleu par le contact de l'air, qu'on pouvoit teindre avec ce suc". Cf. *Ibid.*

¹⁷⁸ Para una descripción contemporánea de estos y otros métodos, v. Berthollet (1804), II, 69-93. Obsérvese que Garriga incluye el pastel entre los métodos.

¹⁷⁹ Berthollet (1804), II, 92 señala que no pudo repetir este proceso.

¹⁸⁰ *Ibid.* II, 88-90 ofrece una descripción.

¹⁸¹ Vauquelin (1808), 99-106. Entre otros muchos procesos, el ácido sulfúrico se empleaba en la producción del "bleu de fayence" así como en los denominados "bleus de Saxe" que habían sido desarrollados en Alemania. V. Berthollet (1804), II, 93-99 y Thenard (1813-1816), III, 325.

¹⁸² Archive de la Bibliothèque Interuniversitaire de Pharmacie de Paris, Reg.55, pièce 33. "Observations sur le memoire de MMr Laubert et Lodibert, sur l'organisartion de la pharmacie en Espagne". par Mr Julia Fontenelle: "Charles IV fut le souverain d'espagne qui favorise le plus l'étude des sciences. Il entretit aux ecoles de medecine de Montpellier et de Paris des eleves, principalement pour propager en espagne les connaissances chimiques. De ce nombre furent MM. Carbonell, Garriga, San Cristóbal, etc.".

¹⁸³ Mercader Riba (1983), 25 indica que aparece como "Diputado del Tercer Estado de Cataluña".

¹⁸⁴ Garriga aparece ya nombrado como tal a finales del año 1808. Cf., AHN, Hacienda, l. 6486, f. 573, 24-12-1808, Orden para que se entreguen del presupuesto de este Ministerio 2.500 reales a José Garriga, "director de tintes de Guadalajara"

¹⁸⁵ E. Larruga, *Memorias políticas y económicas ...*, Madrid, 1787-1800. Citado por Fernández Pinedo (1992), pp. 92-96. V. Madoz (1847), t. VIII, p. 633. Sobre la producción de tintes en esta fábrica, v. Nieto Galán (2001), 48-49.

¹⁸⁶ AHN, Hacienda, l. 6486, f. 575, 23-12-1808, Nombramiento de José Garriga, como "comisionado en el Exto. francés de Cataluña con mil rs. anuales sobre su sueldo de 30.000 como Director de tintes de la fábrica de Guadalajara".

¹⁸⁷ Sobre esta cuestión, v. Mercader Riba (1983), 184-185.

¹⁸⁸ Sobre estos y otros científicos afrancesados, v. Bertomeu (1994) (1995) y (1996).

¹⁸⁹ Mercader Riba (1949), 490-491.

¹⁹⁰ Ametller (1876-1877), 167 indica que "Garriga pasó casi toda su vida en Francia; algunos achacan esta determinación a haberse afrancesado en tiempo del rey intruso. Muchas personas del país recuerdan haberle consultado en Elna, donde se retiró de edad avanzada, gozando de gran crédito en todo el Rosellón y en la provincia de Gerona como médico eminente y químico acreditado".

¹⁹¹ La lista completa es reproducida en Mercader Riba, 1983, p. 574. La situación de estos pensionados ha sido analizada en Bertomeu Sánchez, 1996, 200-202.

¹⁹² AHN. Consejos. Leg. 17785. Certificado de los banqueros Bagnenault y Cia., Paris, 17 de enero de 1811.

¹⁹³ San Cristóbal solicitó ya el pago de su sueldo "de 24.000 reales" anuales en abril de 1809 (AGS, Gracia y Justicia, Legajo 1089. Noticia de los Expedientes resultos de la 2ª división [1809]). Al parecer, en julio de 1810 se intentó que

volviera a España (APR, Gobierno Intruso, Libro 2209, f. 86 (942), 16 de julio de 1810) pero sin éxito porque su hermano, Ignacio de San Cristóbal, volvió a solicitar en su nombre el pago de su pensión en noviembre de 1810 y un presupuesto realizado probablemente a finales de ese años señalaba que se encontraba “pensionado en París”, estimando que se le debían cerca de 20.000 reales (Cf. AHN, Consejos, leg. 17785).

¹⁹⁴ AMCN, Química, 001, Carpeta 7 (1). Carta del marqués de Casa-Irujo, Palacio 29 de mayo de 1819 y Carta de respuesta de San Cristóbal a Antonio Gutiérrez, Madrid, 2 de julio de 1819. La quinta edición de la obra Thomas Thomson (1773-1852), *A system of chemistry* apareció en Londres en 4 volúmenes en Londres en 1817. Muy probablemente San Cristóbal pensaba traducir la versión francesa que acababa de aparecer en esos años, dado que indicaba la publicación de un “suplemento” con los “últimos descubrimientos”.

¹⁹⁵ *Ibid.* Carta del duque de Fernando y Quiroga, Palacio 25 de septiembre de 1819. V. también el Informe de la Junta del Museo de Ciencias Naturales, Madrid, 18 de septiembre de 1819. *Ibid.* Instancia de Ignacio de San Cristóbal, Madrid, 14 de abril de 1821. Sobre el marco en el que se realizó este viaje, v. Puerto Sarmiento (1994) y García Belmar (2001).

¹⁹⁶ AMCN, Química 001, Carpeta 7 (1), Informe de José María de San Cristóbal, Louviers, 20 de febrero de 1820.

¹⁹⁷ *Ibid.* AHN, Estado, legajo 5327, exp. 23. Informe de J.M. San Cristóbal, París, 22 de noviembre de 1824. Se trata de la obra de Vitalis (1810). Sobre este último autor, v. Nieto Galán (2001).

¹⁹⁸ MCN, Química 001, Carpeta 7 (1), Carta de San Cristóbal, París, 26 de marzo [de 1820]. *Ibid.* Oficio de la Junta del Museo de Ciencias Naturales al Ministerio de la Península, Madrid, 2 de julio de 1821, en el que informa de la recepción del libro y la necesidad de correcciones de estilo y el juicio de un experto sobre el merito de la obra. No se ha localizado esta obra en ninguna biblioteca consultada pero sí que apareció posteriormente publicada en castellano otra obra de Vitalis: *Química aplicada a la tintura y blanqueo de la lana, seda, lino, cáñamo y algodón y al arte de imprimir o pintar las telas*. Barcelona, Imp. de José Rubio, 1829. XVIII + 300 p.

¹⁹⁹ AHN, Estado, legajo 5327, exp. 23.. La cita procede de una carta del marqués de Casa-Irujo, 4 de noviembre de 1821. Parece ser que, tras diversos recelos por parte de los miembros del ministerio, el pago se realizó finalmente. Cf. *Ibid.* Oficio del Marqués de Santa Cruz, 12 de enero de 1821.

²⁰⁰ AMCN, Química 001, Carpeta 7 (1), . Instancia de Ignacio de San Cristóbal, Madrid, 14 de abril de 1821.

²⁰¹ AHN, Estado, legajo 5327, exp. 23. Informe de San Cristóbal, 22 de noviembre de 1824. Aunque se le solicitó que retornara a Madrid, San Cristóbal decidió permanecer en París según se desprende de la documentación del mencionado legajo.

²⁰² *Ibid.* El último dato sobre San Cristóbal corresponde un oficio de 1 de diciembre de 1824 del Marqués de Casa-Irujo dirigido a Francisco Zea Bermúdez, donde informa de la recepción de estos certificados que acreditaban que San Cristóbal había “observado la mejor conducta durante el infausto sistema constitucional”.

²⁰³ *Ibid.* Oficio fechado en París, 25 de mayo de 1822, del Marqués de Casa-Irujo a Francisco Martínez de la Rosa, donde informa de una carta de San Cristóbal.

²⁰⁴ *Ibid.* Carta del Marqués de Casa-Irujo, 4 de noviembre de 1821.

²⁰⁵ Un panorama general de estos viajes lo hemos ofrecido en García Belmar (2001) y (2002b).