



The contribution of Francis Home (1720-1813) and William Lewis (1708-1781), pharmaceutical authors, to the alkalis and bleaching

Title in Spanish: *La contribución de Francis Home (1720-1813) y William Lewis (1708-1781), autores farmacéuticos, a los álcalis y el blanqueo*

Purificación Sáez Plaza¹, Julia Martín², Enrique Jacobo Díaz-Montaña¹, Agustín G. Asuero^{1,*}

¹Departamento de Química Analítica, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla. ²Departamento de Química Analítica, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla.

ABSTRACT: A brief on bleaching and alkalis is given previous to the life and contributions of Francis Home and William Lewis, pharmaceutical profile authors. The relevance of their work and the worth of their publications are revealed. Chemistry and practice go hand in hand in the development of these issues.

RESUMEN: Se efectúa una aproximación al blanqueo de tejidos y al uso de los álcalis con carácter previo a considerar las contribuciones de Francis Home y William Lewis, autores de perfiles farmacéuticos. Se muestra la relevancia de sus trabajos y el valor de sus publicaciones. La química y la práctica van de la mano en el desarrollo de estos temas.

*Corresponding Author: asuero@us.es

An Real Acad Farm Vol. 83, N° 4 (2017), pp. 403-420

Received: November 12, 2017 Accepted: December 18, 2017

Language of Manuscript: Spanish

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se destaca la importancia que tuvo en los inicios del análisis volumétrico la evolución de la industria de los álcalis y del blanqueo de fibras textiles, haciendo especial hincapié en las figuras de Francis Home (1720-1813) y William Lewis (1708-1781), dado su perfil farmacéutico, y la naturaleza de sus contribuciones. La química, como queda puesto de manifiesto, juega un papel vital en los comienzos y en el desarrollo de la revolución industrial. Los analistas académicos contemplan el análisis como un medio de probar la teoría química, e.g., la afinidad, mientras que en el campo de las necesidades industriales el análisis juega un papel de servicio. Las innovaciones no surgen como consecuencia de la incertidumbre en la disponibilidad de materiales y/o la dificultad de acceso a tierras para exposición de los tejidos en el proceso de blanqueo, sino por la lentitud con que se lleva a cabo éste en sí mismo. El crecimiento de la química del siglo XVIII va paralelo con el crecimiento de la manufactura química.

2. EL PROCESO DE BLANQUEO

La palabra blanqueo se deriva probablemente del término francés “blanchiment”, que significa el proceso de volverse blanco (1, p. 757). La introducción del cloro constituye el inicio de una nueva era en la industria del blanqueo. Scheele, descubridor del gas cloro en 1774, describe su peculiar propiedad de destruir el color de la materia vegetal, en un trabajo sobre el manganeso publicado en las Memorias de la Real Academia de Estocolmo. La sustancia recibe el nombre (2-3) de ácido

marino desflogisticado debido a la suposición de producirse al sustraer la hipotética substancia denominada flogisto del ácido muriático (HCl). Berthollet (4) da cuenta en 1785 (impreso en 1788) de su valor como agente de blanqueo, y es el primero en producir hipocloritos (agua de Javel), que prácticamente ha sido desde entonces el único agente de blanqueo utilizado para las fibras vegetales. Influenciado por las nuevas teorías químicas existentes, Berthollet explicaba la acción del gas indicando que el cloro suministraba el oxígeno que transfería al objeto blanqueado. Davy muestra más tarde que el cloro es incapaz de alterar los colores vegetales y que su operación de blanqueo (3, 5) depende enteramente de su propiedad de reaccionar con el agua y liberar oxígeno. La química y no la práctica empírica, es la que contribuye al desarrollo notable del proceso de blanqueo (en contraposición a la industria del álcali sintético, en la que predomina la práctica empírica).

Previo a la introducción del cloro, el procedimiento de blanqueo era lento y tedioso (6-11). La primera operación era la del remojo, o inmersión del hilo en agua caliente o en una disolución alcalina fría. Cuando se usaba agua, la operación duraba tres o cuatro días, siendo 48 horas suficientes con la lejía (sosa cáustica). Los artículos se lavaban y hervían en disolución alcalina de cuatro o cinco horas, exponiéndose sobre la hierba de dos a tres semanas. Se hervían de nuevo, sacudían, lavaban y exponían (“crofted”) nuevamente. Estas operaciones se repetían unas cuatro o cinco veces, reduciéndose cada vez la fuerza (10) de la disolución alcalina. El tiempo de operación

dependía de la calidad de los artículos; el lino requería al menos seis meses y los artículos de algodón de tres semanas a tres meses. El siguiente proceso era el de agriado (*souring*), que hasta la mitad del siglo XVIII, consistía en dejar en remojo los artículos durante varias semanas en mantequilla de leche agriada. Francis Home (12, p. 99) preconizó en 1799 el uso de ácido sulfúrico (vitriolo) en lugar de mantequilla de leche, acortándose la operación hasta unas horas

“128. La leche necesita cinco días para hacer su efecto;

pero el aceyte de vitriolo le bastan cinco horas, y puede ser que cinco minutos para hacer el suyo...”

¿Qué uso tendrían las invenciones mecánicas que incrementaban la producción del algodón y de lino si hubieran requerido de meses para su término? Resulta curioso que cuando se adoptó este cambio, es del ácido sulfúrico, se puso el grito en el cielo alertando contra su efecto corrosivo (1, p. 758), al igual que ocurrió más tarde con el uso del cloro.

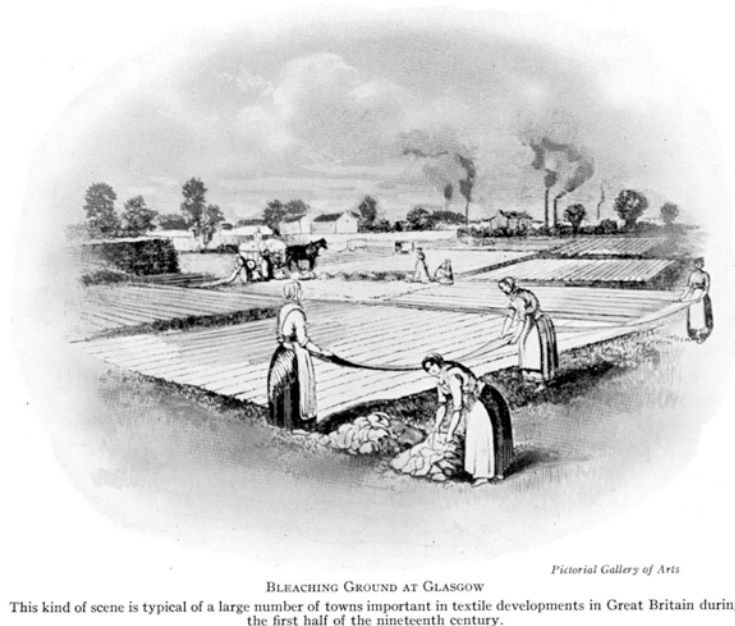


Figura 1. Blanqueo de los tejidos al aire libre (10) (Park y Glouberman, 1932).

Debido a este descubrimiento, llevado a cabo por Home, una gran parte del algodón inglés y de la tela de lino, que se enviaba previamente al extranjero, en particular a Holanda, se blanquea ahora en su lugar de origen. El bajo coste con el que podía prepararse el ácido sulfúrico mediante el proceso de las cámaras de plomo de Roebuck, menos de un tercio de su precio primitivo, facilitó su introducción (12, p. 99) en la industria del blanqueo

“129. El ácido que se saca de la leche es muy caro, y por lo ordinario cuesta trabajo hallarle; pero el vitriolo es cosa barata, y puede conseguirse fácilmente en todo tiempo.”

Como consecuencia del método de Home (1, 10) se establecen campos de blanqueo (Figura 1) en Escocia, Irlanda, y en la parte norte de Inglaterra. Más tarde, Lancashire se hace famosa por sus terrenos de blanqueo. El bajo costo del alquiler de las tierras fue una de las razones que fomentaron el establecimiento de negocios de impresión en dicha región. Los blanqueadores de verde jugaron tal papel a su vez en los desarrollos locales, que estaban protegidos por ley de los ladrones; el robo de la ropa era una ofensa capital, y en 1786 llegó a ser ejecutado un hombre en Bolton por robar treinta yardas de este

material. Como resultado de las enseñanzas de Home (11, p. 145), y de otros químicos eminentes como Cullen y Black, los fabricantes se interesaron en la aplicación de la química a sus procesos, lo que motivó en parte los grandes avances químicos que tuvieron lugar al finales de siglo. Investigación y experimentación unidos de la mano conducen al logro de grandes beneficios.

3. EL PAPEL DE LOS ÁLCALIS

La Materia Médica de Dioscórides, texto práctico al servicio de la medicina, contempla un gran número de plantas medicinales (13, p. 71), constituyendo el referente del reino vegetal en el siglo XVII. Algunas de estas plantas de las que se extraían las cenizas, y las propias cenizas tenían usos terapéuticos (14-15), incluyéndose en obras de esta naturaleza y, más tarde en las Farmacopeas oficiales.

La diferencia entre carbonato de sodio y de potasio, los dos álcalis fijos, eran bien conocidas a finales del siglo XVII. La sal de sodio, denominada álcali mineral (dada su presencia en la eflorescencia de los lechos de sal en el desierto egipcio, en forma de hidrato) se obtenía principalmente a partir de las cenizas de las plantas marinas. Estas convierten el cloruro sódico del agua del mar en oxalato, tartrato y otras sales orgánicas, originando sosa por incineración y lixiviación (16, p. 154). Las cenizas

obtenidas al quemar algunas plantas que crecían en estado silvestre a lo largo de las costas mediterráneas se denominaban barrilla (17), siendo las producidas en la provincia de Alicante (17-23) las de mejor calidad.

De las cenizas de plantas terrestres (24) se obtenía la sal potásica o álcali vegetal, que en esa época dominaba el mercado, al ser más barata y más fácilmente accesible que la barrilla, cuyo mercado era además incierto, debido a las vicisitudes políticas. La palabra potasa, relativamente moderna, proviene del hecho de que los extractos alcalinos de cenizas de madera (25, p. 749) se concentran en forma sólida en granos (spots). El proceso de lixiviación de las cenizas de madera conducente a la obtención de los álcalis solubles que contienen era conocido por los griegos y romanos, aunque no distinguían entre potasa y sosa, que recibían el nombre de *nitrum*.

El carbonato de potasio crudo procedente de las cenizas, se purificaba tratando el producto pulverizado con la mínima cantidad de agua fría con objeto de disolver el carbonato, filtrando el residuo no disuelto de sulfato potásico y otras sales menos solubles, evaporando a continuación a sequedad y calcinando nuevamente, obteniéndose así las cenizas perladas (25, p. 753), de color y pureza superior a la potasa cruda, aunque conteniendo todavía una cantidad perceptible de cloruro potásico y de otras sustancias más solubles.

En 1807 Humphry Davy separa un nuevo elemento ((26, p. 438) por electrolisis de la potasa cáustica fundida y le dio el nombre de potasio, y el símbolo químico K (Latín Kalium), del árabe kali o keli, esto es, la ceniza de la planta de la cual se obtienen los compuestos del metal alcalino. De la misma manera, describe el álcali hermano que llamó sodio, cuyo símbolo es Na (Natrium, natrón).

La fuente de álcali natural (27, pp. 65-90) provenía de la antigua industria escocesa de las algas (kelp, especialmente del género Laminaria). El análisis químico asociado a esta industria era más bien escaso, aunque el método (28) de Tennant (1817) de estimar barrilla (álcali impuro) constituía un claro ejemplo de análisis volumétrico. Los orígenes de la antigua industria del blanqueo, arte empírico, radican en la tecnología helenística. La dependencia de las propiedades clarificadoras de las disoluciones alcalinas era obvia, requiriendo antes de disponer del álcali sintético de Leblanc, de los álcalis naturales (29-32) procedentes de algas y otras plantas. Estos procedimientos empíricos carecían entonces del conocimiento químico del que hoy se dispone.

Los historiadores de la ciencia no dejan de sorprenderse (33, p. 122) por el número de científicos eminentes que afloran en Escocia a mediados del siglo XVIII. Colin Maclaurin, Alexander Monro Primus, William Cullen, Joseph Black, y Robert Whytt, no requieren carta de presentación. Sus aportaciones se complementan con las de otros menos conocidos, pero sin duda igualmente importantes, tales como Francis Home, Charles Alston y Henry Homes. Aunque sea difícil dar una contestación inmediata al por qué la ciencia escocesa emerge con fuerza en el siglo XVIII ocupando en Europa una posición prominente, la existencia de esta pléyade no puede

adscribirse a una mera coincidencia. Su transcurrir es, sin duda, una consecuencia de la transformación económica y del simultáneo logro cultural de la Ilustración escocesa. La Philosophical Society of Edinburgo se crea en 1737.

Aunque la química había sido practicada antes del siglo XVII por experimentadores como Robert Boyle, languidece más tarde. Los grandes logros de Newton en las ciencias matemáticas habían situado a la mayor parte de los británicos ((34, p. 11) en su órbita, en detrimento de los estudios químicos. Para Thomas Thompson, el nombramiento de William Cullen (1710-1790), en 1756, para ocupar la Cátedra de Química de la Universidad de Edimburgo es el acontecimiento que hace resurgir (34, p. 11; 35, p. 307) el interés en la disciplina.

4. FRANCIS HOME: DETALLES DE SU VIDA Y OBRAS

Francis Home (1720-1813), Figura 2 (36), miembro de una familia de abogados, se educa en Duns (capital de Berwickshire). Ejerce como aprendiz de Rattray (37, p. 103; 38), médico de la ciudad de Edimburgo, donde estudia Medicina. Antes de licenciarse, a la edad de 23 años, participa en la Guerra de Secesión de Austria como cirujano del 6º Regimiento de Dragones en Flandes, cerca de Ghent, sirviendo en Dettingen, 1743, y Fontenoy, 1745, regresando a casa en 1748, una vez firmada la paz en Aix-la-Chapelle. En el intervalo entre campañas complementa su formación en la Facultad de Medicina de la Universidad de Leyden (fundada en 1575), a la que acude. Leyden era entonces la Meca del aprendizaje médico en Europa (39), y atraía a numerosos estudiantes que aprendían a pie de cama, y también a maestros como Herman Boerhaave. Home se gradúa en Edimburgo en 1750, donde se establece, y obtiene la Licencia en el Colegio de Médicos en 1751, llegando a ser Fellow (37, 40) de dicha institución en 1752. Su primera publicación (41) fue la Tesis sobre la fiebre intermitente (“On Remitten Fever, 1750”), que había afectado de forma severa al ejército, un tratado que todavía permanece como uno de los mejores del género, en la que recomienda a la tropa hervir el agua antes de beber

“The dragoons shall drink no water without it be first boiled and a little brandy or gin be mixed with it.”

En 1768 es elegido primer Profesor de Materia Médica de la Universidad, probablemente la primera (42) de su género en el mundo

“the duties of which he executed for thirty years with great industry, zeal and reputation.” (43)

La “Edinburgh Medical School” comienza su andadura en 1670, nombrándose un profesor de botánica en 1676 para enseñar a los estudiantes de medicina (41), ya que la mayor parte de los remedios procedían entonces del Reino Vegetal. Esta situación se perpetúa durante 64 años. A partir de 1738 se conjugan las enseñanzas de botánica y material médica, muy importante esta última en aquella época, puesto que los doctores eran responsables de la preparación de sus propias medicinas. En 1768 el carácter de la cátedra cambia separándose ambas materias,

creándose un departamento independiente de materia médica, posiblemente porque (39) Hope pensaba que:

“that systematic botany and plant physiology had less relation to materia medica than formerly. The latter was now as much mineral- as plant based and required a chemists as much as a botanic to teach it.”

Aparentemente esta no era la única razón. También pesó el deseo de Home de incorporarse a la enseñanza universitaria, dados sus méritos acreditados, y el apoyo del que gozaba por parte de personajes influyentes (44), habiendo pensado incluso accede a la cátedra de química, que fue adjudicada a Joseph Black, mejor situado. Hope mantuvo su salario, por lo que (44)

“Home was dependent on fees for his professional income.”

Gracias al número de estudiantes, Home gozó de una lucrativa posición. Entre sus alumnos cabe mencionar a Daniel Rutherford, descubridor del nitrógeno, y James Gregory (1753-1821), profesor de medicina en la Universidad de Edimburgo. Home publica en 1770 su “*Methodus Materiae Medicae*” (Figura 3 izquierda, (45)), un compendio de materias básicas de drogas destinado a los estudiantes. Existe en la biblioteca de la Real Sociedad de Medicina de Edimburgo un volumen de notas (40) con las lecciones explicadas en 1775-76. En la Figura 3 (derecha)

“The Print represents Dr. Home in his ordinary and contemplative mode of walking the streets of Edinburgh (43).”

En 1775 sucede a Cullen como Presidente del Colegio de Médicos de Edimburgo. Home es designado uno de los “his Majesty’s Physicians” por Escocia. A pesar de sus preocupaciones médicas, que se traducen en la publicación de una serie de obras dignas de mención, y que atrajeron la atención de todo el mundo médico, tales como “*An essay on the contents and virtues of Dunse Spaw (1751)*”, “*Principia Medicinae (1758)*”, “*Medical facts and Experiments (1759)*”, “*An Enquire into the Nature, Cause and Cure of the Croup (1765)*” y “*Clinical Experiments, Histories and Disease (1780)*”, Home encuentra tiempo y energías como para dedicarse a efectuar investigaciones químicas, hecho que despierta sorpresa y admiración. Su vida es un ejemplo de entrega a la enseñanza, la práctica y la investigación. Como indican Kelly y Mackay (39):

“Home was a keen experimenter who documented his observations and understood the need for careful planning and hypothesis building.”

Home fue uno de los fundadores de la Real Sociedad Médica, que tanto ha contribuido a la notoriedad de la Escuela de Medicina de Edimburgo.

5. FRANCIS HOME Y LOS EXPERIMENTOS SOBRE EL BLANQUEO

En 1756 Home publica dos obras importantes. Una de ellas “*Experiments on Bleaching*” (46-47), preparada por expreso deseo del “Honourable Board of Trustees for the

Improvement of Fisheries and Manufactures” (48, p. 109; 49). La obra, destinada a los blanqueadores de la región, se expone en diferentes conferencias, en las que se hacían públicos algunos de los experimentos que se describen. La obra se traduce (50) al francés en 1762 y del francés al (51) alemán en 1777 (*Versuche in Bleidhen*), y al español (Figura 4, (12)) en 1779. Home fue miembro “Correspondiente extranjero” de la Real Academia de Medicina de Madrid (52), fundada en 1734 (también lo eran Baumé, Hope, Beddoes, Chaptal y Guyton de Morveau), mientras que Joseph Black fue miembro “Asociado extranjero” (categoría en la que figuraban también Darcet, Berthollet y Fourcroy; Proust lo era nacional al residir en Segovia). La segunda edición inglesa de “*Experiments on Bleaching*” publicada en Dublín (53) en 1771 tiene un apéndice con contribuciones de Ferguson (54), Black (55) y MacBryde (56).

En su exposición de motivos, Home (12, p. 9) critica el hecho de que la química se vea restringida al campo de las preparaciones farmacéuticas, en contraposición a lo que él denomina verdadera química, cuyo alcance es más amplio

“12 En otros tiempos era la Química una cosa de locura y extravagancia; pero de algún tiempo a esta parte se la ha estrechado ya algo más de lo necesario, y se la han dado unos límites demasiado reducidos. Rara vez se la hace servir para otra cosa que para composiciones medicinales, como si no pudiese hacer otros servicios a los hombres; y en verdad, que su extensión es mucho mayor que todo eso...”

A esta es a la que se puede llamar verdadera Química, o Química filosófica, según la expresión del célebre Boyle, o Química universal, como la llama el Doctor Shaw, para distinguirla de la Química que solo se limita a los medicamentos...”

Home (12, p. 14-15) establece una relación estrecha entre la química y el arte del blanqueo, a pesar de no haberse concebido nunca este punto de vista, y sostiene que la teoría fundamenta la buena praxis, siendo esta premisa fundamental para el progreso del arte. El conocimiento de la naturaleza de los productos redundará en un ahorro de tiempo, y es lo que nos permite conseguir los fines deseados

“18 De ningún modo conozco Arte alguna que dependa tanto de la Química como la de Blanquear los lienzos; ni tampoco hay otra que se haya examinado menos bajo este respecto. Echar a macerar los lienzos en agua tibia, colar la legía, aplicar los ácidos, enjabonar las orillas, regar los lienzos, y hacer que se sequen alternativamente; ¿no son todos unos procedimientos que se consiguen por medio del calor, y de los disolventes, poderosos agentes Químicos? ¿qué otra idea se lleva cuando se emplean los ácidos, y los álcalis, si no la de disolver, y extraer lo que da al lienzo su color natural? ¿y qué otro medio mas cierto para hacer desaparecer lo que estos menstros han desprendido, que el de hacer evaporar el agua por el calor, que es una especie de destilación hecha al raso?”



Figura 2. Pintura del Profesor Francis Home (1719-1813), por David Allan (atribuido). Oleo sobre lienzo (71x55 cm). The University of Edinburgh Fine Art Collection. El retrato se encuentra en el despacho del Decano de la Facultad de Medicina de Edimburgo (Enders, 1964, p. 102 (36-37). <http://www.bbc.co.uk/arts/yourpaintings/paintings/professor-francis-home-17191813-93997>

19. He observado que los mas hábiles Blanqueadores entienden bastante bien la teórica general de su arte, pero que; como no tienen tinte alguna de la Química, no pueden hacer el uso conveniente de esta teórica, ni aplicar su conocimiento al progreso de esta arte. Saben que las sales álcalis disuelven los aceites, y que la maceración en el agua tibia, el colado de la legía, y la aplicación de los ácidos, excitan una fermentación; pero la Química les enseñará que hay métodos que animan, y aceleran la fermentación, que por este medio se ahorra tiempo, y que hay otros que hacen perder mucho deteniendo este movimiento, y sin producir el efecto que se desea.”

La química permite conocer la naturaleza compleja de las cenizas y sus principios constituyentes (12, pp. 15-17), y podría facilitar su preparación a mejor precio, evitándose de esta manera la dependencia del extranjero, con el coste económico que ello supone, y que obliga incluso a comerciar con el enemigo en tiempos de guerra

“20. Una de las cosas que menos conocen los Blanqueadores, es la naturaleza, y propiedades de estas sales álcalis, ò cenizas, como ellos las llaman, de que hacen uso. La experiencia los ha enseñado à emplearlas en diferentes proporciones; pero las indagaciones de un Químico son las que pueden descubrir su naturaleza oculta, y sus propiedades las mas secretas. Determinado

una vez este punto, se verá la teórica del Blanquimento apoyada sobre fundamentos mas sólidos que los que tiene al presente; porque ¿cómo se podrá establecer una teórica cierta con respecto à la operación de las cenizas, si ignoramos en qué consiste su naturaleza?

21. Pero no es esta sola la ventaja que espero sacar de un examen de esta especie; porque ¿qué sucedería si estos cuerpos no fuesen mas que unas simples sales álcalis? En quanto las podemos conocer; no lo son, sino un compuesto de diferentes substancias; y si por medio de experiencias químicas llegásemos à descubrir los principios de estas substancias ¿no podríamos facilitarnos en nuestro propio País estas cenizas à mejor precio, que el que nos cuestan las que nos vienen de los Reynos extranjeros?. Una indagación de esta naturaleza merece toda nuestra atención, y si se acierta con ella, no puede menos de ser de la mayor importancia para este Reyno; pues la Gran Bretaña, y la Irlanda gastan todos los años, según se me ha asegurado, trescientas mil Libras Sterlinas en cenizas (27 Millones de reales de vellón, contando la Libra Sterlina por 90 reales de dicha moneda). Es difícil determinar hasta donde puede llegar a subir el precio de esta mercadería; y aún es imposible estar asegurados de que podrá conseguirse à cualquier precio, pues ahora ha tres años (1752) que habiéndola acopiado toda enteramente dos

Comerciantes Holandeses nos la revendieron por menos à dos, y aún à tres tantos mas de su precio. Nuestras Manufacturas no hubieran podido subsistir durante la ultima guerra con la España, si la extracción de su potassa (habla de nuestra Barrilla de Alicante) no hubiera sido permitida por orden del Rey, y de su Consejo. El provecho, y la necesidad concurren à reanimar nuestra industria.”

En la parte tercera de la obra, sección primera, de las cenizas de perlas azules, Home (12, pp. 107-108) pone en alza la química al sostener que el dominio de un oficio requiere conocer lo que uno se trae entre manos, su naturaleza, destacando el papel del análisis a este respecto, al posibilitar el cálculo de la composición su preparación, con el ahorro que ello supondría, al evitar la dependencia del extranjero, tema en el que insiste

“141. Las sales ò cenizas son los principales agentes que emplea el Blanqueador; y así, merecen por consiguiente toda nuestra atención. Tendríase por ignorante à un Medico que no entendiese la composición de los remedios que receta; y en este supuesto ¿por qué ha de haber mas indulgencia para un Blanqueador que no tenga conocimiento alguno de los agentes de que se vale para sus operaciones?. Sin embargo, puede perdonárseles su ignorancia, porque por muy hábiles que sean en su Arte, de ningún modo podrán analizar estas cenizas, y las partes que las constituyen. Para este conocimiento es necesario que recurran à la Química, porque esta por medio de disoluciones, y de evaporaciones lentas le presentará las partes que componen naturalmente los cuerpos: que el fuego químico no puede por su fuerza dexar de alterar estas partes, y que un calor tan moderado como el del Sol en el verano, no las hace el menor daño.

142. Descubriéndonos esta analysis las partes constituyentes de las sales de que se trata, nos enseñará el verdadero modo de componerlas, y de manufacturarlas entre nosotros; y haciendo que nos salgan mas baratas, nos libertará de la especie de sujeción en que nos tienen los Reynos extrangeros por una mercadería absolutamente

necesaria a nuestras Manufacturas. A esta ventaja se seguirá la de conocer que las cenizas de un mismo nombre, de quienes se hace uso para las legías, se diferencian mucho entre sí por su fuerza o actividad. Semejante analysis instruirá al Blanqueador en el modo de examinarlas, y de descubrir la cantidad de sales que contienen: le enseñará su justo valor, y el uso que debe hacer de ellas; y le indicará el camino que debe tomar para descubrir las propiedades de otra cualquiera sal nueva.”

Francis Home (12, pp. 109-110) idea un método acidimétrico para la determinación de álcali en cenizas vegetales

“145. Resuelto a descubrir el efecto que los ácidos harían en estas cenizas, y la cantidad de ellas que destruirían, à fin de poder formar juicio de la cantidad, y fuerza de la sal que contenían, tomé un dracma de cenizas azules, y eché sobre ellas una mezcla compuesta por seis partes de agua, y una de nitro, à la cual doy el nombre de *mezcla ácida*. Hizo efervescencia, y aguantó hasta doce cucharaditas de dicha mezcla echadas con una cuchara de las que sirven para tomar el the. A cada cucharada de la mezcla accida era violenta la efervescencia, pero no duraba por mucho tiempo. Después se precipitó un polvo vermejo, y quando ya estubo bien saturado, encontré que tenía un sabor nitroso.

146. Conviene advertir aquí que esta experiencia no dá à conocer de un modo decisivo la proporción o fuerza de las sales álcalis que contienen estas cenizas; porque además de las sales álcalis, hay también otros cuerpos que hacen efervescencia con los accidos, como son las tierras absorbentes, las calcáreas, y la cal viva. Esta experiencia no puede concluir hasta estar asegurados de que no se halla cuerpo alguno de estos en las cenizas; y esta seguridad no podemos tenerla hasta haber hecho los ensayos à propósito para descubrir si los contiene o no.”

y otro en el que determina la dureza del agua por valoración con carbonato sódico (12, pp. 325-326) hasta el punto claro o cese de la precipitación

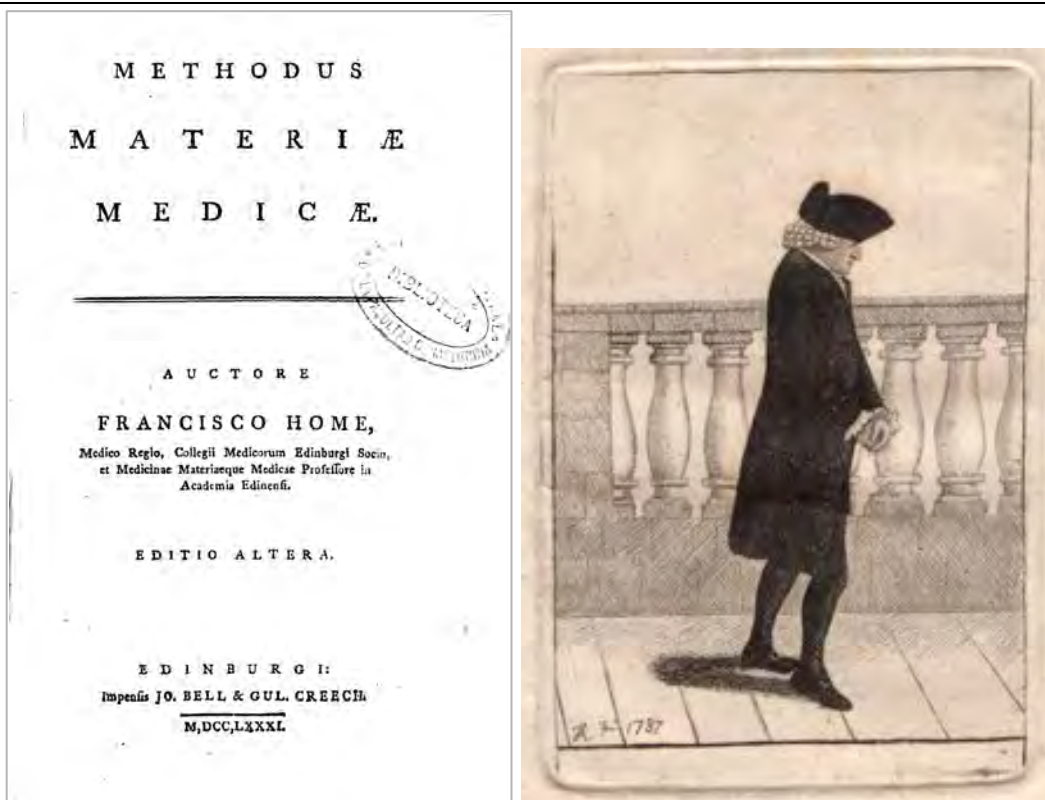


Figura 3. Izquierda: “Methodus Materiae Medicae” de Francis Home, edición de 1781. Derecha: Francis Home, por John Kay (3 ¼ in. x 2 ¼ in. (82 mm x 56 mm) tamaño de placa: 6 7/8 in. x 5 1/8 in. (176 mm x 130 mm) tamaño de papel. National Portrait Gallery, referencia de la colección NPG D18647.

“442. Como las diferentes sales álcalis se diferencian en fuerza , y hay también aguas duras que lo son unas mas que otras , y que una misma agua se halla mas dura en un tiempo seco que quando llueve, por eso es necesario tener una regla general segura, y fácil para endulzar todas las aguas duras; y para ello me parece esta la mejor. Disuélvase una cierta cantidad de sal alkali en una cantidad determinada de agua dulce: échese en una porción señalada de agua dura la disolución de sal, pero poco á poco mientras tanto que el color lechoso se aumenta; y en hallándose este licor en su mas alto período,

déxese reposar el agua hasta que se clarifique. Ensáyese luego esta agua clarificada, echándola algunas gotas de la referida disolución ; y si en este caso no se vé color blanco alguno en ella, es señal de que yá está dulce pero sí se percibe algún nubarroncillo, prosígase echando la disolución gota á gota hasta que no se vea semejante señal. Por este medio se conoce la cantidad de sales que es necesaria para endulzar cierta cantidad de agua, y consiguientemente la que se necesita para otra qualquiera cantidad.”

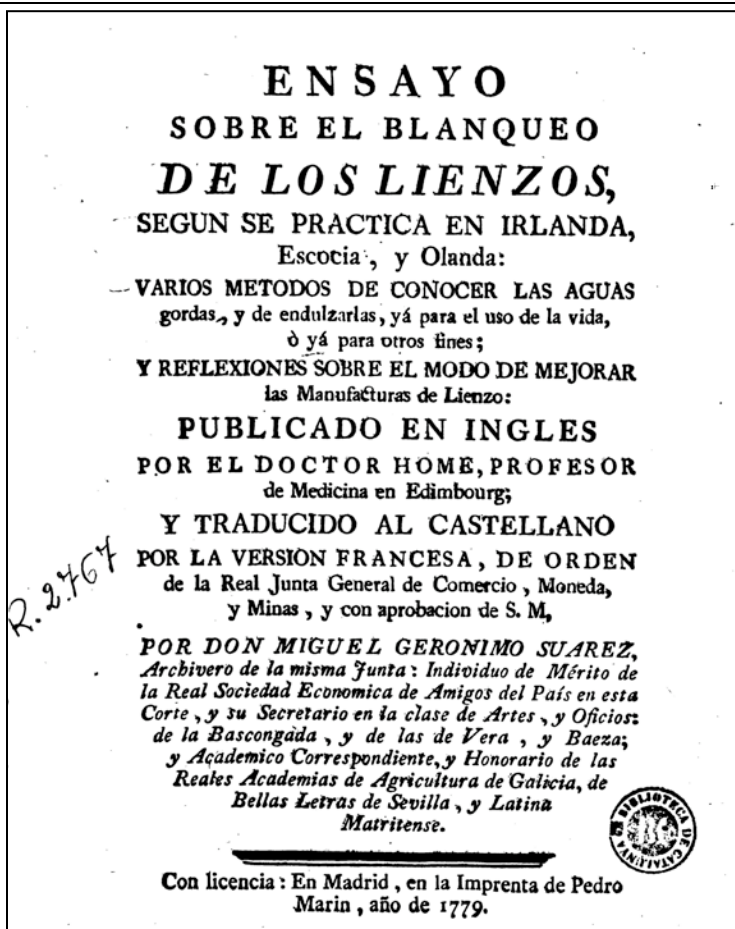


Figura 4. Portada de la traducción española de “Experiments on Bleaching” de Francis Home (12).

Home advertía, sin embargo, que la medida implicada en el método acidimétrico puesto a punto no era del todo cierta, ya que existen otros cuerpos junto a las sales alcalinas, que producen efervescencia con los ácidos. Sin embargo, es probable que la relativamente simple observación de Home de que el ácido sulfúrico permitía un rápido blanqueo afectara a la industria mas que cualquier otra ventaja aportada por los análisis químicos de los ya “empirically understood bucking solutions of alkaline simples” (22). El método de ensayar las sales alcalinas desarrollado por Home podían llevarlo a cabo fácilmente los “blanqueadores”.

Home recomienda constantemente la experimentación como medio más idóneo para mejorar las operaciones de blanqueo. En 1782 Guyton de Morveau en relación con este proceso (57-58) indicaba

“il fait surtout pouvoir arriver à cette connaissance par des moyens simples, expéditifs, qui en peu de jours deviennent une routine aveugle mais sur dans la main des ouvriers les moins intelligents.”

En los inicios de la revolución industrial, el descubrimiento y la amplia adopción en el comercio de avances tecnológicos cruciales hicieron factible un incremento sustancial de productividad en el acabado de fibras textiles marcando esto los comienzos de la industria química moderna en Europa (59, p. 143). En el transcurso del siglo XVIII, con la introducción del cloro, el blanqueo de fibras textiles se transformó de un oficio medieval a un proceso químico eficiente aún en uso en los primeros años del siglo XX (60).

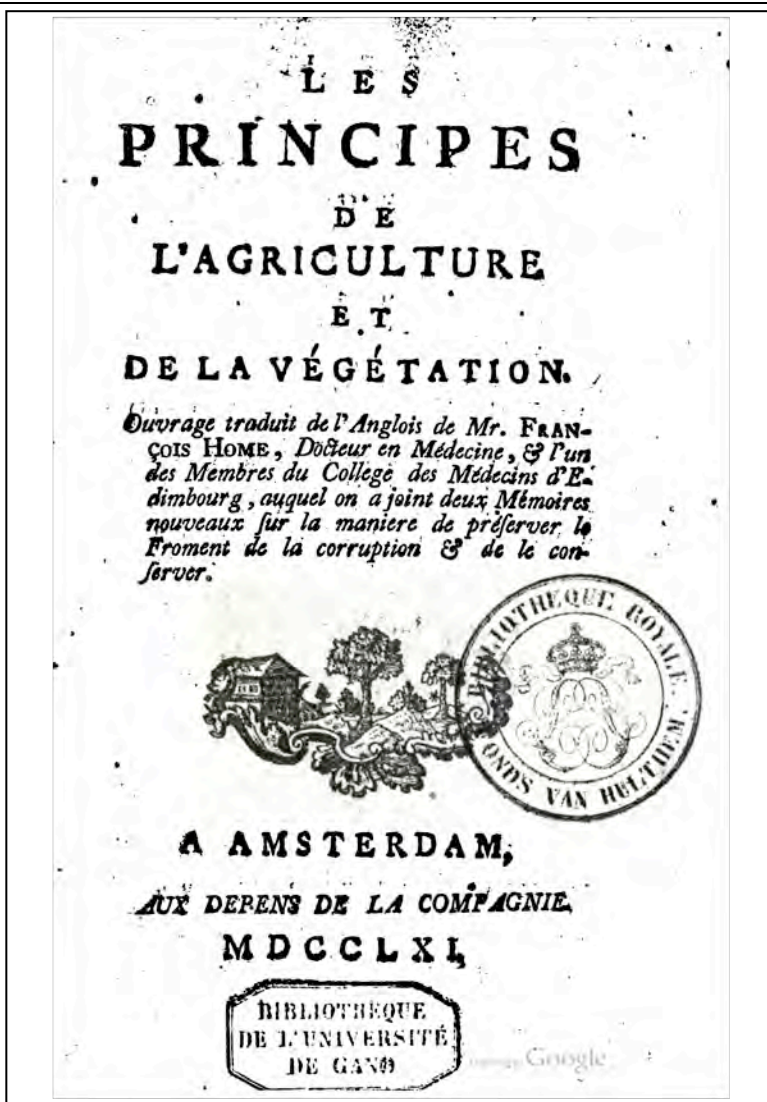


Figura 5. Portada de la traducción francesa de “Principles of Agriculture” de Francis Home (61).

6. LOS PRINCIPIOS DE LA AGRICULTURA Y DE LA VEGETACION

Francis Home pionero en la aplicación de los principios químicos a cuestiones de fertilización, utiliza el análisis químico como herramienta de trabajo, siendo el primero en notar (1757) que las plantas toman nutrientes del aire (61), hecho que recalca su traductor alemán J.C. Wöllmer (62), y que facilitó la comprensión del fenómeno de fotosíntesis unos veinte años más tarde. “Principles of Agriculture and Vegetative” alcanza tres ediciones en Londres: 1757, 1759, 1776; una en Dublín, 1759; una en Francia, 1761 (Figura 5, (63)); dos en Alemania, 1763 y 1769; y en (64) Italia, 1764 y 1775. Una edición francesa se publica en Berna en 1791. Home fue galardonado con la Medalla de Oro de la Sociedad de Edimburgo (40, p. 1014) para el “Fomento de las Artes, Ciencias, Manufactura y Agricultura”, a la mejor disertación presentada sobre los principios de la agricultura. Parece inconcebible que no exista constancia (49, 65) de una comunicación regular entre Home y Black dadas sus posiciones académicas paralelas (y miembros del Colegio de

Médicos durante 30 años).

Sus contribuciones a la agricultura, de gran estima tanto en el continente como en su país, le conducen más tarde al nombramiento como Primer Profesor de Agricultura en la Universidad de Edimburgo, hecho notable, ya que emprende esta labor cumplidos los 71 años (37). El mismo se declara un pionero que intenta introducir una nueva ciencia, i.e. química, a la asistencia de dicho arte, i.e. agricultura. Se retira a la edad de 79 años, sucediéndole su hijo James (1760-1844), quien produjo poco trabajo original (41), pero fue un gran profesor, que a la edad de 61 años aplicó con éxito a la cátedra de medicina que dejó vacante James Gregory.

7. WILLIAM LEWIS

William Lewis (1708-1781), estudia en las Universidades de Oxford y de Cambridge y se establece como consultor. Médico famoso, autor de obras científicas y químico experimental, imparte sobre 1730 conferencias públicas, en su laboratorio privado en New Street, Fetter Lane (Londres), sobre la química y la mejora de la

farmacia, comercio y artes manufacturadas (66-72). Es autor de una obra clásica en la que muestra como la química y la física puede aplicarse a problemas tecnológicos (73-74) (*Commercium Philosophico-Tecnicum*, Figura 6). Lewis se convierte en el autor farmacéutico británico más prominente del momento, siendo sus libros (*An Experimental History of the Materia Medica* (75), Figura 6...) utilizados por Cullen y Black en Edimburgo (67, p. 122).

No obstante, al margen de unas cuantas referencias dispersas en la literatura farmacéutica, es difícil encontrar referencias de Lewis (76)(69, p. 64) en historias de las ciencias. Kremers (1931) ha publicado (77) una biografía útil. Thomson (78, p. 265) lo cita en relación con la traducción de “*The Chemical Works of Caspar Neumann*”, obra que contenía la teoría del flogisto de George Ernst Stahl. En una época en la que los químicos ingleses estaban influenciados por el punto de vista mecanicista de

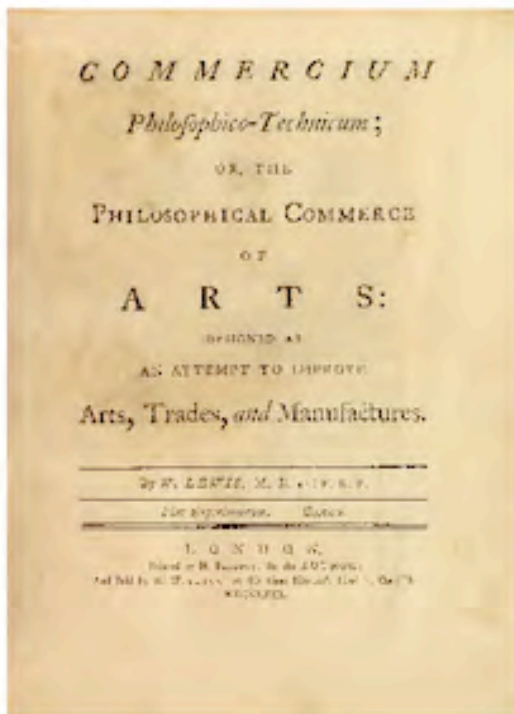
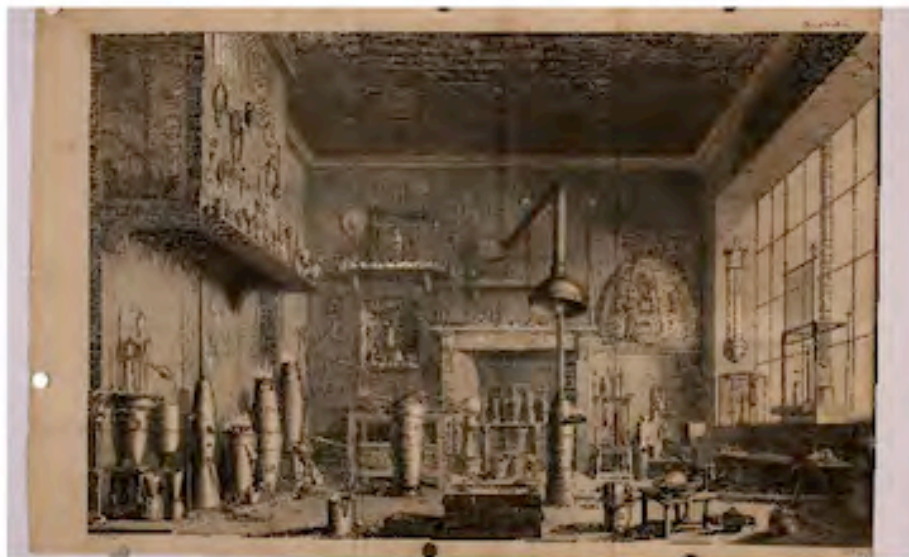


Figura 6. Parte superior: grabado debido a P.C. Canot que representa un laboratorio químico: *Commercium Philosophico-Tecnicum*, Vol I, London, 1765. Parte inferior izquierda: *Commercium Philosophico-Tecnicum*, Vol I, London, 1765, de William Lewis (Robert E. Gross Colection, University of California, Los Angeles). Parte inferior derecha: *Materia Médica* de William Lewis, volumen primero, cuarta edición, 1791.

Newton, Lewis sostiene claramente que la Química es una ciencia distintiva (79, p. 763). Recibe la medalla Copley de la Royal Society en 1754 por sus investigaciones sobre la platina (80-82) (estudios y métodos de análisis de aleaciones de oro y platino).

A este respecto Hoefér en 1869, comenta (83, II, pp 360-361)

« Parmi les chimistes, membres de la Société royale de Londres, qui, dans la première moitié du dix-huitième siècle, se sont fait remarquer par leur travaux, il faut citer au premier range Lewis. On lui doit one dissertation très étendue sur le platine, métal alors tou nouveau. Le nom de platine vient de l'espagnol plata, argent, dont le diminutif est platina, petit argent. Le platine, d'abord, connu sous le nom d'or blanc... »

El platino es descubierto por el sevillano Antonio de Ulloa en las aguas del rio Pinto en el Chocó, Colombia, según relata en su obra *Relación histórica del viaje a la America Meridional*, que publica con (84, Parte 1ª, Tomo II, Libro VI, Cap. X, p. 606) Jorge Juan en 1748

“En el Partido del *Chocó*, haviendo muchas Minas de

Lavadero, como las que se acaban de explicar, se encuentran también algunas, donde por estar disfrazado, y envuelto el Oro con otros Cuerpos Metálicos, Jugos y Piedras, necesita para su beneficio del auxilio del Azogue; y tal vez se hallan Minerales, donde la *Platina* (Piedra de tanta resistencia, que no es fácil romperla, ni desmenuzarla con la fuerza del golpe sobre el Yunque de Acero) es causa de que le abandonen; porque ni la calcinación la vence, ni hay arbitrario para extraer el Metal, que encierra, sino a expensas de mucho trabajo, y costo. También se encuentran entre ellas Minas algunas donde hay mezclado con el Oro el Metal de *Tumbaga* tan fina, y con las mismas propiedades, que la del *Oriente*; siendo la mas singular en ella, el no criar Verdín, ni extraerse por medio de los Ácidos, como sucede con el *Cobre* ordinario.”

Según reconoce Cullen, Lewis es el primer autor ingles que publica una tabla de afinidades, lo que hace en 1753, en su “*New Dispensary*” (Figura 7) (69, p. 67; 85). Lewis demuestra a lo largo de su vida que la aplicación del conocimiento científico a problemas industriales podía originar grandes beneficios.

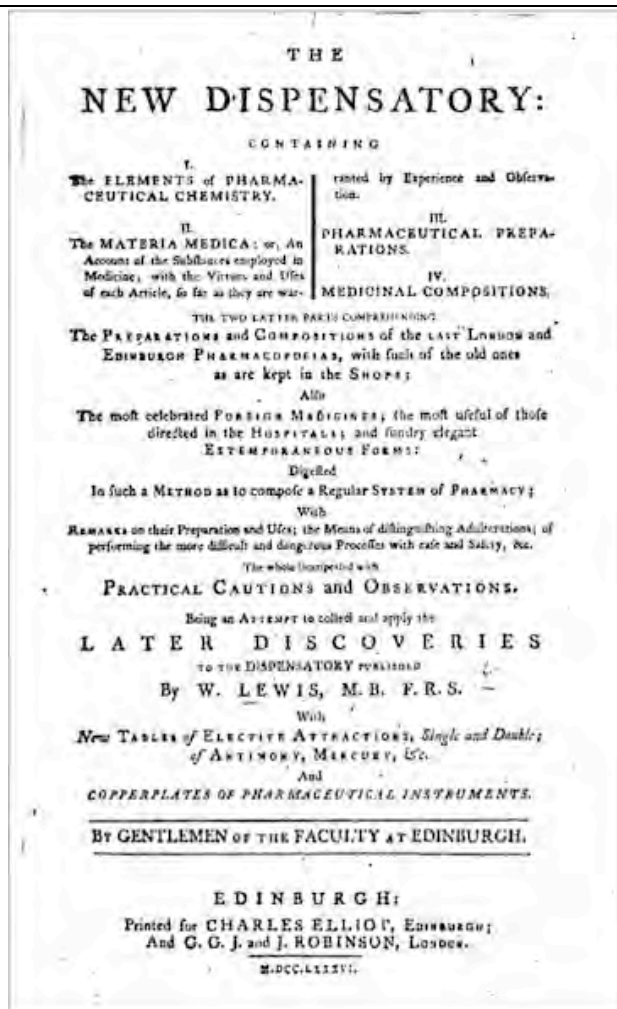


Figura 7. The New Dispensatory de William Lewis (Museo Británico).

En la introducción del “New Dispensary” Lewis procede (85) a la definición y división de la farmacia, destacando en primer lugar sus conexiones con la química y haciendo una distinción posterior entre teórica y práctica, distinguiendo el resultado directo de la observación y experimentación, de la labor manual:

“...pharmacy, in its full extent, is no other than a branch of chemistry; and the most simple pharmaceutical preparations are so far chemical, as they have any dependence upon the properties or relations of the materials.

Pharmacy, according to our definition, may be divided into THEORETICAL, and PRACTICAL. The former teaches the knowledge of the medicinal substances themselves, their various properties, qualities, and relations to one another, and their general effects on the human body: the latter, the skilful performance of the several processes or operations by which they are adapted to particular uses.

What is here, called *theory*, is not to be understood as consisting of speculative truths, or philosophical investigations, calculated for explaining the phenomena, or teaching the rationale of the effects produced. The theory of pharmacy is the direct result of experiment and observation, or rather a general and

comprehensive view of experiments and facts themselves; it may be termed Scientific Pharmacy, in distinction from mere manual labour”.

8. WILLIAM LEWIS Y LAS POTASAS AMERICANAS

La tala indiscriminada de los boques repercute en la escasez de madera y de sus cenizas, en la Inglaterra de 1600, fuente en aquella época de la potasa usada para la manufactura del jabón, vidrio y otras materias (86-87). La obtención de madera y derivados (para uso naval) se convierte por tanto en un asunto de urgente necesidad. De ahí que la manufactura de la potasa llegara a ser una de las industrias coloniales (88-89) más florecientes. Era por tanto necesario recabar información concerniente a la calidad mínima aceptable del producto y al método de determinación, con objeto de evitar acciones fraudulentas.

Lewis recibe (90) para informe, de “The Society for Encouragements of Arts, Manufactures and Commerce”, de la que era miembro (de su Comité de Química), al igual que Robert Dossie, ocho muestras de potasas americanas (Figura 8). En la primera parte del trabajo sobre los álcalis del comercio publicado (91-92) por Descroizilles (1806, 1807) (Figura 9), éste se detiene al comienzo en describir las potasas americanas:

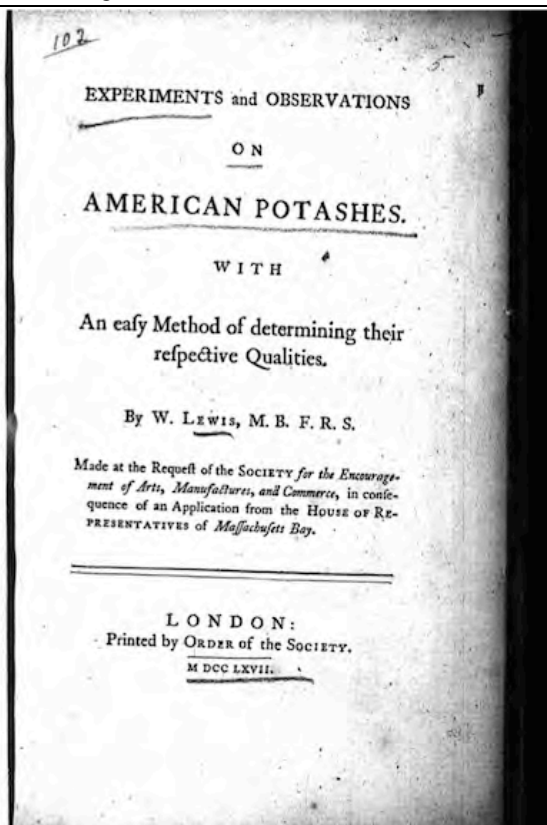


Figura 8. Fotocopia de la portada del folleto de 34 páginas sobre las potasas americanas, de William Lewis. Obtenido a través de la “National Library of Australia” (82).

“On donne le nom de *potasse d’Amérique* à une substance alcaline, en masses compactes, qui ont

visiblement éprouvé la fusion. Cet alcali paroît être le produit d’une lessive de cendres et de chaux, avec addition

de sel marin. Il en résulte une matière très déliquescente, caustique, susceptible d'entrer en fusion, long-temps avant d'être rougie par le feu. Si les proportions de sel marin et de chaux on été suffisantes, toute la potasse s'est combinée

avec l'acide de celui-ci, et a mis à part la soude en même temps que la chaux s'est précipitée en carbonate; ainsi cette espèce d'alcali doit être considérée comme un mélange de soude caustique et de muriate de potasse...".



Figura 9. Primera página de la primera parte de las “Notices sur les alcalis du commerce”, publicado por Descroizilles en los Annales de Chimie et de Physique (91).

Las muestras recibidas por William Lewis eran todas oscuras, algunas casi negra y otras rojizas, encontrándolas menos blanquecinas, friables y solubles que otras previas de la misma procedencia, que había analizado por encargo (90, p. 1).

“The eight sorts of Potashes sent to me by the Society are all of a dark colour, some almost black; some have a reddish cast, and other appear on breaking of a cherry or rose red, which soon changes to a dusky hue on being exposed to the air.

They are all compact, hard, and slow of solution: though they soon liquefy on the surface, they do not really dissolve, even by boiling in water, unless reduced to powder.-Some other sorts of Potashes from America, which were sent to me for examination about a twelvemonth ago by persons concerned in the trade, are much whiter, more friable, and easier of solution.”

Tras disolución y filtración halla que la mayor parte de las muestras contiene solo 5 partes en 6 de materia soluble. Las muestras purificadas se redisuelven y dejan en reposo para que cristalicen, formándose variadas cantidades de sal (método que abandona por lento y tedioso) (90, p. 4).

“but the perfect separation of these foreign salts by crystallization, either from the alkali or from one another,

specially when the process is performed with small quantities of the matter, was found so difficult and tedious, that the enquiry was dropt, and another examination tried.”

A continuación calcula la cantidad de álcali en las muestras por el poder de neutralizar ácidos, en comparación con un álcali de pureza conocida, método que va tan bien que es propuesto para el ensayo de las potasas (90, p. 4)

“Having extracted the whole of the saline matter from the several Potashes, it was judged that the quantity of true alkali in the salts might be discovered by their powder of saturating acids, compared with that of an alkali of known purity; and this method succeeded so well, that is hereafter proposed for the assaying of Potashes, and the manner of procedure described at large.”

Sus comentarios de como hacer los análisis suministran interesantes detalles prácticos (60, 62, 65, 85-86). La cantidad de ácido necesario debe determinarse “no por gotas o cucharaditas de te, sino por pesada” (idea una bureta de pesada). El punto de saturación no viene marcado por el cese de efervescencia, muy difícil de observar, y de calcular con una exactitud conveniente. Se determina recurriendo a algún efecto menos ambiguo y más acentuado, tal como el cambio de color producido en algunos jugos vegetales, o en papel impregnado con ellos

(tornasol) (90, pp 28-29)

“The quantity of acids, necessary for the saturation of lye, should be determined, not by drops or tea-spoonfuls, but by weight; and the point of saturation, not by the ceasing of the effervescence, which it is extremely difficult, if not impracticable, to hit with tolerable exactness, but by some effect less ambiguous and more strongly marked, such as the change of colour produced in certain vegetable juices, or on paper stained with them.

The finer sort of purplish blue paper used for wrapping sugar in, answers sufficiently well for this purpose; its colour being changed red by slight acids, and afterwards blue or purple again by slight alcalies. What I have chiefly made use of, and found very convenient, is a thick writing paper stained blue on one side with an infusion of lacmus or blue archil, and red on the other by a mixture of the

same infusion with so much dilute spirit of salt as insufficient just to redden it...”

El ácido se normaliza frente a carbonato potásico puro (salt of tartar) (90, p. 30)

“Pour gradually some of the acid from the vial into de solution of salt of tartar, so long as it continues to raise a strong effervescence; then pour or drop in the acid very cautiously and after every small addition, stir the mixture well with a glass cane, and examine it with the stained papers. So long as it turns the red side of the paper blue, more acid is wanted: if it turns the blue side red, the acid has been overdosed.”

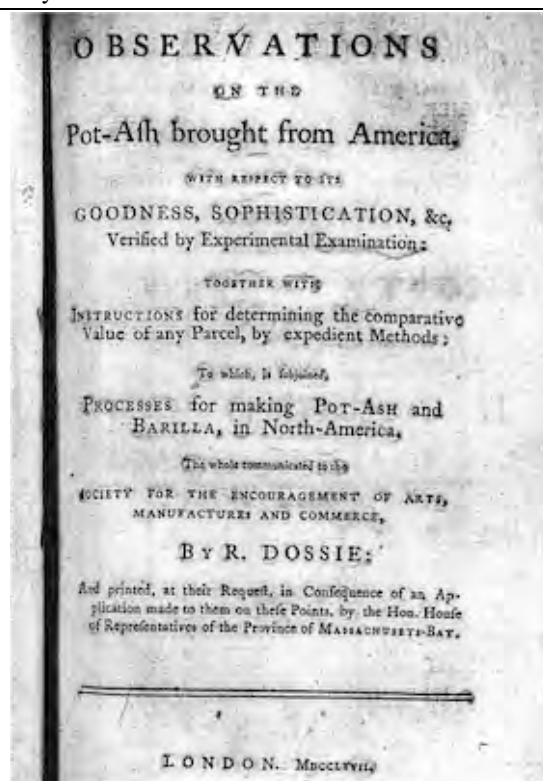


Figura 10. Fotocopia de la portada del folleto de 41 páginas escrito por Robert Dossie sobre las potasas americanas (87). Obtenido de la “National Library” of Australia.

El porcentaje de impurezas en las muestras variaba del 7 al 40 %, con una media del 20 %. Lewis pone a punto también métodos de ensayos hidrostáticos e idea un instrumento, combinación de los de Clarke y Fahrenheit, precursor del higrómetro de Nicholson. Lewis, recomienda también, dato importante, realizar las medidas a una temperatura determinada.

En 1767 “for his accurate and ingenious Account of the making and annalization of Pot-Ash”, Lewis recibe la Medalla de Oro de la Sociedad anteriormente mencionada. El estudio realizado sobre las potasas americanas se publica ese mismo año en un breve folleto de treinta y cuatro páginas, describiéndose los procedimientos analíticos en las últimas cuatro (90). El informe de Lewis fue usado

como estándar analítico de trabajo hasta el siglo XX, y constituye un claro ejemplo de la futura alianza entre la ciencia y la industria (93).

Robert Dossie, hijo de un boticario, refleja las largas y mutuas conexiones establecidas entre la química y la farmacia, que existían, no solo en las Universidades, sino también en el mercado de las ciudades. Al parecer, Dossie fue aprendiz de boticario y ganado para la causa de la química y la física mientras atendía uno de los muchos cursos (68) sobre experimentación que abundaban en esa centuria. Ambos Dossie y Lewis fueron encargados con la responsabilidad de examinar los métodos entonces empleados en el ensayo de la potasa americana (Figs. 8 y 10 (95)), mostrando el trabajo de Lewis un nivel más

elevado de sofisticación química.

Se distribuyeron copias del folleto de Lewis por las Colonias, y sorprende el hecho de que sus logros no se valoraran más allá de la “Society of Arts” (90, p. 70), por lo que su trabajo pasó desapercibido (57, p. 55) y no tuvo influencia en el desarrollo del análisis

“It is strange that the analytical part of this treatise was not at all understood by Lewis’s contemporaries, and that the treatise does not seem to have left any mark in the development of analysis.”

9. COMENTARIOS FINALES

El lenguaje retórico de la química ejerce un papel fundamental como soporte de la química en la Sociedad, contribuyendo a hacer valer sus métodos y procedimientos y a reforzar su imagen pública. La industria demanda productos químicos, naturales o sintéticos cuya calidad se precisa controlar, correspondiendo al análisis favorecer la investigación teórica y prestar un servicio, aportando datos acerca de su composición. Los actores farmacéuticos, en este caso Francis Home y William Lewis, contextualizan y comunican el conocimiento químico de la época, a los problemas industriales.

Berthollet (96-97) utiliza el mismo lenguaje retórico que Home, al que cita (97, XLV), para hacer valer la química y reforzar su imagen pública

“En estos últimos tiempos la Química ha hecho tantos progresos, que muchas artes se han acogido á sus banderas, y su conocimiento es de la mayor utilidad á los sujetos que las practican; pero para el del blanqueo se necesita indispensablemente a un Artista á quien no sea desconocida esta Ciencia” (96, pp 1-2)

“A los artistas presento los principios de Chímica que deben servirles para explicar los fenómenos del Arte de teñir, ó por mejor decir, he procurado darles á entender quan importante les es el conocimiento de las nociones de la Chímica: he fixado su atención en objetos que tienen conexiones inmediatas con su arte: les he trazado un bosquejo de las operaciones que se emplean en las preparaciones de las sustancias de que hacen uso, á fin de obligarlos a ponerse en estado de executar por si mismos aquellos de que necesiten, siempre que lo hallen ventajoso, y darles una noción exacta de la naturaleza y propiedades de estas sustancias...” (97, p. XLVIII).”

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Anónimo. Bleaching. En Hugh C, Ed. Encyclopaedia Britannica or Dictionnary of Arts, Sciences and General Literature, 8th edition. Edinburgh: Adam and Charles Black 1854: pp. 757-71.
2. Fors H. Mutual Favours, The Social and Scientific Practice of Eighteenth-Century Swedish Chemistry. PhD Thesis. Uppsala: Uppsala University 2003.
3. Scheele CW, Berthollet CL, de Mourveau G, Gay Lussac JL, Thenard LJ. The early history of chlorine. Alembic Club Reprints No 13. Edinburgh: William Clay 1897.
4. Berthollet. Memoire sur l’acide marin déphlogistiqué.

Histoire de l’Académie Royale des Sciences 1785 (publicado en 1788): pp. 331-49.

5. Davy H. Elementary nature of chlorine, Papers by Humphry Davy 1810-1818. Edinburgh: Alembic Club, William Clay 1902.
6. Nieto-Galan A. Industria textil e historia de la tecnología: las indianas europeas de la primera mitad del siglo XIX. Rev Hist Ind 1996; 9: 11-37.
7. Nieto-Galan A. Colouring Textiles. A History of Natural Dyestuffs in Industrial Europe. Berlin: Springer 2001.
8. Davis FV. Bleaching: an introductory paper. J Textile Inst Proceed 1962; 53 (4): P281-7.
9. Durie AJ. Textile bleaching: a note on the Scottish experience. Bus Hist Rev 1975; 49(3): 337-45.
10. Park JH, Glouberman E. The importance of chemical developments in the textile industries during the industrial revolution. J Chem Educ 1932; 9: 1143-70.
11. Edelstein SM. The role of chemistry in the development of dyeing and bleaching. J Chem Educ 1948; 25 (3): 144-9.
12. Home F. Ensayo sobre el blanqueo de los lienzos, según se practica en Irlanda, Escocia, y Olanda. Madrid: Imprenta de Pedro Marín 1779.
13. Sala L. La competencia terminológica: causas lingüísticas en el auge del término sosa y el declive de barrilla en los siglos XVIII y XIX. Asclepio 2003; 55(2): 67-92.
14. Josset P. Emplois thérapeutiques du natron dans l’Egypte antique et le monde gréco-romain. Rev Hist Pharm 1996; 84(311): 385-96.
15. Sapsford M. The Use of Sodium Salt Deposits in Medical and Medically Associated Industries in Ancient Egypt. PhD Thesis. Cranfield: Cranfield Universtiy 2009.
16. Gillispie CC. The discovery of the Leblanc Process. Isis 1957; 48: 152-70.
17. Sáez-Plaza P, Martín J, Asuero AG. La barrilla y la sosa sintética. Memorias de la Real Academia Sevillana de Ciencias 2018; aceptado.
18. Anónimo. Description de Divers Procédés pour Extraire la Soude du Sel Marin. Comité de Salut Public 1794.
19. Avendaño López C. El Poder de la Química: como se transforma la información a nivel molecular en fármacos innovadores. Madrid: Instituto de España 2003.
20. Fernandez Perez J. From the Barrilla to the Solway factory in Torrelavega: the manufacture of saltwort in Spain. Antilia 1998; 4: 1.
21. Kirwan R. Experiments on the alkaline substances used in bleaching, and on the colouring-matter of line-yarn. Trans Royal Irish Acad 1789; 3: 3-47.
22. Kirwan R. Sur les substances alcalines, employées pour le blanchiment des Toiles, et sur la nature de la matière colorante du Fil de lin. Ann Chim 1793; 18: 163-220.
23. Lelièvre P, d’Arcet G. Rapport sur les divers moyens

- d'extraire avec avantage le sel de soude du sel marin. *Ann Chim Phys* 1797; 19: 58-156.
24. Reilly D. Salts, Acids & Alkalis in the 19th Century. A comparison between advances in France, England & Germany. *Isis* 1951; 42 (4): 287-96.
 25. Browne CA. Historical notes upon the domestic potash industry in early colonial and later times. *J Chem Educ* 1926; 3: 749-56.
 26. Weeks ME, Leicester HM. *The Discovery of Elements*. S. Francisco 1967, p. 438.
 27. Clow A, Clow NL. *The Chemical Revolution. A contribution to Social Technology*, Batchworth Press. London: Gordon & Breach Publishers 1992.
 28. Tennant C. A table showing the quantity of soda (either free or combined with sulphur or carbonic acid) contained in the specimen under trial with sulphuric acid containing 10 per cent real acid. If the specimen under trial consist of 100 grains, the Table of course shows the per Centage of Alkali. *Ann Phil* 1817; 10: 114-5.
 29. Baldwin RT. History of the chlorine industry. *J Chem Educ* 1927; 4 (3): 313-9.
 30. Baldwin RT. Uses of chlorine. *J Chem Educ* 1927; 4 (4): 454-9.
 31. Barker TC, Dickinson R, Hardie WF. The origins of the synthetic alkali industry in Britain. *Economica* 1956; 23 (90): 158-71.
 32. Campbell WA. Analytical chemistry of the Leblanc Soda trade. *Anal Proceed* 1978; 15: 208-10.
 33. Christie JRR. The origins and development of the Scottish scientific community 1680-1760. *Hist Sci* 1974; 12: 122-41.
 34. Golinski J. *Science as Public Culture Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820*. Cambridge: Cambridge University Press 1999; p.11.
 35. Thomson T. *History of Chemistry*. London: Colburn & Bentley 1830.
 36. Pintura del Profesor Francis Home (1719-1813), por David Allan (atribuido). Oleo sobre lienzo (71x55 cm). The University of Edinburgh Fine Art Collection. Disponible en: <http://www.bbc.co.uk/arts/yourpaintings/paintings/professor-francis-home-17191813-93997>
 37. Enders JF. Francis Home and his experimental approach to medicine. *Bull Hist Med* 1964; 38(2): 101-12.
 38. Francis Home, Royal College of Physicians of Edinburgh. Disponible en: <https://www.rcpe.ac.uk/heritage/college-history/francis-home>
 39. Kelly JS, Mackay VP. The enduring legacy of 250 years of pharmacology in Edinburgh. *Ann Rev Pharm Toxicol* 2018; 58: 4.1-15.
 40. Home WE. Francis Home (1719-1813), first Professor of *Materia Medica* in Edinburgh. *Proceed Royal Soc Med* 1928; 21(6): 1013-5.
 41. Gaddum JH. The pharmacologists of Edinburgh. *Ann Rev Pharmacol Toxicol* 1962; 2: 1-10.
 42. The University of Edinburgh, Chairs of *Materia Medica* (1738-2014). Disponible en: <https://www.ed.ac.uk/unpublished/biomedical-sciences/pharmacology-edinburgh1/history-section/chairs-of-materia-medica-timeline>
 43. Kay J. *A Series of Original Portraits and Caricature Etchings, with Biographical Sketches and Illustrative Anecdotes*. Vol. I, Part II. Edinburgh: Hugh Paton, Carver and Gilder 1838; pp. 249-52.
 44. Emerson RL. *Academic Patronage in the Scottish Enlightenment* Glasgow, Edinburgh and St. Andrews Universities. Edinburgh: Edinburgh University Press 2008.
 45. Bell JO, *Gul. Methodus Materiae Medicae*. Edinburg: Greech 1781.
 46. Home F. *Experiments on Bleaching*, printed by Sands, Donaldson Murray and Cochran for A. 2nd ed. Edinburg: Kincaid & A. Donaldson 1756; Dublin 1771.
 47. Anónimo. *Experiments on Bleaching*, by Francis Home, M.D. Fellow of the Royal College of Physicians in Edinburgh. Printed at Edinburgh for Kincaid and C^o, and sold in London by Millant. *Month Rev Lit J* 1756; 14: 428-34.
 48. Page FG. Francis Home and Joseph Black: the chemistry and testing of alkaline salts in the early bleaching and alkaline trade. *Bull Hist Chem* 2002; 27: 107-13.
 49. Page FG. *Chemical and Analytical Aspects of the Early Alkali and Bleaching Industries in Britain*. PhD Thesis. Leicester: University of Leicester 1999.
 50. Home F. *Essai sur le blanchiment de Toiles*. Traduit de l'Anglois de M. Home. Paris: Chez Ganeau 1762.
 51. Home F. *Versuche im Bleichen* (after the French translation). 1777.
 52. *Memorias de la Real Academia Médica de Madrid*. Tomo Primero. Madrid: Imprenta Real 1797.
 53. Home F. *Experiments on Bleaching*, printed by Sands, Donaldson Murray and Cochran for A. 2nd ed. Edinburg: Kincaid & A. Donaldson 1756; Dublin 1771.
 54. Ferguson J. An experimental assay on the use of leys and sours in bleaching. En Edwing T, Ed. Francis Home, *Experiments on Bleaching*. Dublin: Capel-Street 1771; pp. 215-63.
 55. Black J. An explanation of the effect of lime upon alkaline salts, and a method pointed out whereby it may be used with safety and advantage in Bleaching. En Edwing T, Ed. Francis Home, *Experiment on Bleaching*. Dublin: Capel-Street 1771.
 56. MacBride D. An abstracts of the foreign essays containing practical rules and directions for the preparation and use of particular sours and leys in bleaching. En Edwing T, Ed. Francis Home, *Experiments on Bleaching*. Dublin: Capel-Street 1771; pp. 283-95.
 57. Rancke Madsen E. *The Development of Titrimetry Analysis till 1806*. Copenhagen: Gad Publishers 1958.

58. Donnelly J. Consultants, managers, testing slaves: changing roles for the chemists in the British alkali industry, 1850-1920. *Technol Cult* 1994; 35 (1): 100-28.
59. Wolff KH. Textile bleaching and the birth of the chemical industry. *Bus Hist Rev* 1974; 48(2): 143-63.
60. Gittins L. Innovations in textile bleaching in Britain in the Eighteenth Century. *Bus Hist Rev* 1979; 53: 194-204.
61. Home F. *Principles of Agriculture and Vegetation*. Hamilton G, Balfour J, Ed. 1757, 1759, 1762, 1776.
62. Home F. *Grundsätze des Ackerbaues und des Wachstums der Pflanzen, aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von J. C. Wöllner, etc*, 1779.
63. Home F. *Les Principes de L'Agriculture et de la Vegetation*. Amsterdam 1761.
64. Home F. *I Principi dell'agricoltura e della vegetazione*. Presso Giacomo Caroboli e Domenico Pompeati 1764, 1775.
65. Page FG. Lime in the early bleaching industry of Britain 1633-1828: its prohibition and repeal. *Ann Sci* 2003; 60: 185-200.
66. Anon. Lewis (William). En *The Georgian Era, Memoirs of the most eminent persons, who have flourished in Great Britain*. Vol III. London: Vizately, Branston and Co 1834.
67. Gibbs FG. William Lewis MB. F.R.S. (1708-1781). *Ann Sci* 1952; 8 (2): 122-51.
68. Stewart L. Experimental spaces and the knowledge economy. *History Sci* 2007; 45: 155-77.
69. Sivin N. William Lewis (1708-1801) as a chemist. *Chymia* 1962; 8: 63-88.
70. Stewart L. Assistants to enlightenment: William Lewis, Alexander Chisholm and invisible technicians in the industrial revolution. *Notes Rec Royal Soc* 2008; 62: 17-29.
71. Stewart L. The laboratory, the workshop, and the theatre of experiment. En Bensaude-Vincent B, Blondel C, Eds. *Science and Spectacle in the European Enlightenment*. Ashgate: Aldershor 2008; Chapter 1, pp. 1-24.
72. Wisniak J. William Lewis. *Revista CENIC Ciencias Químicas* 2014; 45: 160-8.
73. Lewis W. *Commercium Philosophico-Technicum; or the Philosophical Commerce of Arts designed as an attempt to improve Arts, Trades, and Manufactures*. Baldwin H Ed. London 1763.
74. Gibbs FG. Bicentenary of the *Commercium Philosophico-Technicum*. *Platinum Metals Rev* 1963; 7(2): 66-9.
75. Lewis W. *An Experimental History of the Materia Medica or of the natural and artificial substances made use of in Medicine*. Johnson J, Baldwin R, Sewell J, Hayes S, Eds. Vol. I, 4th edición, 1791.
76. Kremers E, Urdang G. *History of Pharmacy*. Pa JB Ed. Lippincott 1951.
77. Kremers E. William Lewis. *J Am Pharm Assoc* 1931; 20: 1204-9.
78. Thompson T. *History of Chemistry*. Colburn H and Bentley R, Ed. Vol. I, 1860; p. 265.
79. Partington, J.R. *History of Chemistry*. Tome III, St Martin's Press 1970; pp. 762-4.
80. Lewis W. Experimental examination of a white metallic substance said to be found in the gold mines of the Spanish West Indies and these known by the appellation of Platina, Platina di Pinto, Juan Blanca. *Philos Trans* 1754; 48: 638-45; 645-69; 669-75; 676-89.
81. Lewis W. Examination of platina. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 1757; 50: 148-66.
82. Hunt LB. William Lewis on Gold. The first methodical account of its chemical and physical properties. *Gold Bull* 1981; 14(1): 36-40.
83. Hoefer F. *Histoire de la Chimie*. 2nd ed., Paris 1869; Tome II, p. 360-1.
84. Jorge Juan, *Relación histórica del viaje a la America Meridional*. 1748 Parte 1a, Tomo II, Libro VI, Cap. X, p. 606.
85. Lewis W. *The New Dispensary*. Elliot C and Robinson GGJ Eds. Edinburgh and London 1786.
86. Greiling W. *La Química Conquista el Mundo*. Barcelona: Manuel Marín 1942.
87. Mitchell J. An account of the preparation and uses of the various kinds of pot-ash. *Phil Trans* 1750; 10: 766-88.
88. Roberts III WI. American potash manufacture before the American Revolution. *Proc Am Phil Soc* 1971; 116 (5): 383-95.
89. Miller H. Potash from wood ashes: frontier technology in Canada and the United States. *Technol Cult* 1980; 21(2): 187-208.
90. Lewis W. Experiments and observations on American potashes with an easy method of determining their respective qualities; made at the request of the Society for the encouragement of Arts, manufactures and Commerce, in consequence of an application from the House of Representatives of Massachusetts Bay. London: Royal Society of Arts 1967.
91. Descroizilles aîné, *Notices sur les alcalis du commerce* (Lue dans la séance du 5 thermidor au 13, à l'Académie de Rouen). *Ann Chim* 1806; 60: 17-60; errata 112.
92. Descroizilles senior, *On the alkalies of Commerce, and on the least expensive process for ascertaining their commercial value by means of the instrument called the Alkali-meter*. Read to the Academy of Rouen, 5 Thermidor, An. 13. *Phil Mag* 1807; 28: 171-8; 244-52; 311-16.
93. Page FG. The birth of Titrimetry: William Lewis and the analysis of American potashes. *Bull Hist Chem* 2001; 26: 66-72.
94. Stephen WI. William Lewis, MB, FRS (1708-1781) – Chemist extraordinary. *Proc Anal Div Chem Soc* 1979; 16: 91-2.

95. Dossie R. Observations on the Pot-Ash brought from America, with respect to its goodness, sophistication. London 1767.
96. Berthollet. Arte del blanqueo por medio del ácido muriático oxigenado. Madrid: Imprenta Real 1796.
97. Berthollet. Elementos del arte de teñir. Tomo I. Madrid: Imprenta Real 1795.