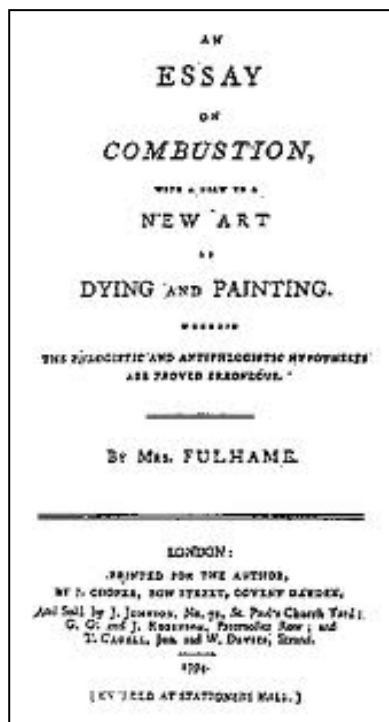
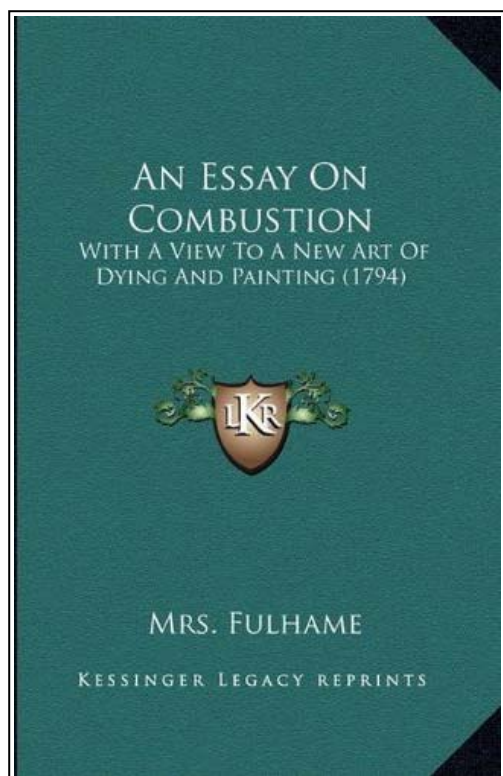


Elizabeth Fulhame; la química invisible



No se sabe la fecha de su nacimiento, ni de su muerte. No se conserva ningún retrato. Sin embargo el 5 de noviembre de 1794, publica un libro "An Essay on Combustion", que aunque en su época apenas trascendió, sin embargo el anticipa conceptos tales como la catálisis, que se anticiparían en 40 años, al descubrimiento de la misma. También estudia la posibilidad de imprimir imágenes a partir de sales de plata, por la acción de la luz, 10 años antes del descubrimiento de la fotografía.

A través del mencionado libro y en su introducción, se sabe que es escocesa, que su marido Thomas Fulhame, era médico en Edimburgo, doctorado en 1784), que había recibido clases de Química, y estuvo relacionado con los químicos ingleses de la época, especialmente con Priestley, y el escocés Joseph Negro, hasta 1790. Siempre a través de su libro se toma conciencia de que estaba al tanto de todos los avances en el campo de la química realizados en Europa, especialmente por Priestley, Kirwan, Scheele y Lavoisier¹. En 1810, fue nombrada miembro honorario de la Sociedad Química de Filadelfia, lo cual en aquella época debió ser algo excepcional



En su libro, escrito en oposición a los criterios de su marido y amigos, pretendía obtener la tinción de telas de seda, con sales de metales, idea que se le había ocurrido según ella misma confiesa en 1780. Por eso se titulaba así (véanse las diferentes portadas), también en las reediciones modernas, Llamó poderosamente la atención hasta tal punto de que se tradujo al alemán al año siguiente por Ludwig Gottfried Lentin. Mientras unos científicos como el irlandés Higgins, la acusaron de haberle robado sus ideas, otros como Benjamin Thomson (Lord Kelvin), alabaron la minuciosidad de su trabajo².

El libro ³consta de 250 páginas, divididas en una introducción, y 10 capítulos, en los que se describen 149 experimentos (que ella comenta como numerosos, minuciosos y tediosos; algunos de ellos duran varios meses). En la introducción hace un repaso a las teorías dominantes en la época sobre la combustión, rechazando a los seguidores del flogisto (dominante en Inglaterra, debido a la influencia de Priestley), y apoyando las teorías de Lavoisier⁴.

¹ A lo largo del mismo, empleará la nomenclatura francesa de Lavoisier.

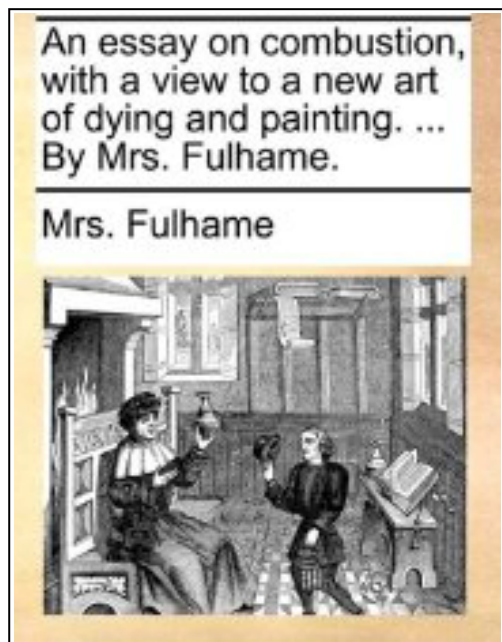
² En la crítica al libro, dice: "Interpreta de forma muy ingeniosa los fenómenos suponiendo que el agua es descompuesta, y su hidrógeno se combina con el oxígeno de las sales para liberar el metal. Esta teoría explica muy bien los fenómenos aunque es necesaria una prueba directa para establecerla completamente".

³ El libro fue reeditado numerosas veces, incluso se encuentra actualmente a la venta en Amazon. Los comentarios en este trabajo hacen referencia a la primera edición americana del libro, hecha en Filadelfia en 1810, cuando fue nombrada Elizabeth Fulhame, miembro de la Sociedad Química.

⁴ Lavoisier no llegará a conocer el libro de Fulhame, ya que sería guillotinado unos meses antes de su publicación.

El capítulo I, trata de la reducción de metales con hidrógeno, describiéndose 22 experimentos. En principio disuelve los metales como el oro, en ácido nitromuriático, y luego sumerge en ese baño un trozo de seda, sometiéndole a la reducción con hidrógeno. Esto lo realiza con Au, Ag, Pt, Hg, Cu, Pb, Sn, As, Bi, Sb, Fe y Zn La conclusión de los mismos es que el hidrógeno reduce a todos ellos en condiciones normales, y que el agua produce una aceleración de la reacción. Este hecho se debía a que disminuye la fuerza de cohesión entre las partículas facilitando su separación. La explicación de la “actividad catalítica” del agua, se anticipa a las explicaciones de Berzelius en 1836.

El capítulo II, trata de la reducción de metales por fósforo, describiendo 24 experimentos., en el III, hace referencia a la reducción por azufre, describiendo 15 experimentos, mientras que el IV, es la reducción por sulfuros alcalinos, a través de 18 experimentos...



En todos ellos también emplea como disolvente, el éter y el alcohol, significando que los mismos no modifican la velocidad de la reacción, como ocurre con el agua.

La reducción de metales por “gas hidrógeno sulfurado”, es motivo del capítulo V. Dicho gas es obtenido al tratar los sulfuros alcalinos con ácido sulfúrico. Realiza 16 experimentos. En el capítulo VI, emplea como agente reductor el “gas hidrógeno fosforado” que obtiene tratando fósforo, con potasa y calor, comentando los trabajos de Kirwan de 1784, sobre la inflamabilidad del mismo. Sólo realiza 13 experimentos.

El capítulo VII, se dedica a la reducción con carbón, comprobando que éste puede reducirlos a temperatura ordinaria. Para ello realiza 17 experimentos, con sales de metales desde el oro al cinc, y al manganeso, pasando por elementos que considera como metales, tales como el arsénico y el bismuto.

El capítulo VIII merece especial atención, pues trata de la reducción de metales por la acción de la luz. Realiza 11 experimentos. Merece la pena describir algunos literalmente:

“Experimento 7

Una pieza de seda, que se sumergió en solución de nitrato de plata en agua, se secó mediante un calor suave, y se expuso a la luz del sol tanto como fuera posible en la ventana de una cámara desde el 20 de julio al 20 de octubre. En menos de una hora, la seda ha adquirido un color marrón rojizo. Al día siguiente, el color se hizo más intenso incrementándose gradualmente, hasta que en el tercer día, se produce un borde negro que aumentó lentamente; en parte se convirtió en gris, pudiendo distinguirse unas pequeñas partículas de plata reducida. Al final, el tinte negro desapareció gradualmente, y la seda tomó un color marrón rojizo, mientras que la plata reducida tenía un tono gris. Los siguientes experimentos que demuestran que los cambios de color y las escasas partículas de plata semireducidas, dependían de agua atraída desde la atmósfera.

Experimento 8

Un poco de seda se sumergió en parte de la misma solución de nitrato de plata en agua, y se secó en la oscuridad. La seda que había conservado su color blanco, fue suspendida después sobre carbonato de potasio seco en un frasco de cristal, que se tapó con corcho, asegurándolo contra la entrada de humedad, al cubrir el corcho con cera. El frasco se deja en un armario oscuro veinticuatro horas, de forma que la sal podría absorber la humedad tanto como fuera posible a partir de la seda y el aire. El frasco se colocó después en una ventana expuesta tanto como fuera posible a los rayos del sol, desde de 24 de julio al 20 de octubre.

Después de esto, la seda apenas sufrió ningún cambio visible, excepto un tinte muy débil de color marrón rojizo, que fue visto mejor por la luz transmitida, apareciendo casi blanco. Incluso este leve matiz, dependía de la pequeña cantidad de humedad, que el carbonato de potasa no ha podido extraer, como aparece el siguiente experimento.

Experimento 9

Una pieza de seda se sumergió en una solución en alcohol, de nitrato de plata fundido, secándose cuidadosamente, para lo que se suspendió en una cantidad de sulfúrico concentrado en un frasco de cristal (desecador) que se revistió con un doble pliegue de papel negro y goma arábiga, para evitar que la luz que actuase sobre él. El frasco se tapó y cerró y para excluir la humedad más eficazmente, el corcho se cubrió con cera.

El frasco se colocó ahora en un oscuro armario 24 horas, para que la humedad de la seda y el aire pudieran ser atraídos por el ácido. A continuación se situó en una ventana, expuesta tanto como fuera posible a los rayos del sol, del 19 de julio al 26 de octubre. La seda no sufrió cualquier cambio visible, su color blanco puro y se mantuvo sin variación. Al final de este tiempo, se sacó la seda del frasco de cristal, y se humedeció con una solución de fósforo en éter, y al ser aplicada, al instante apareció el esplendor metálico de la plata.

Otro poco de seda que se sumergió en una solución de nitrato de plata en agua, y se secó en la oscuridad, se suspendió sobre carbonato de potasio seco en un frasco, y se colocó en un armario oscuro alrededor de dos meses. La seda no sufrió alteración visible cualquiera y su color blanco se mantuvo puro. Como estaba deseosa de saber si el nitrato de plata en este pedazo de seda había sufrido algún cambio, que le hiciera incapaz de reducción, lo saqué de la ampolla y la dividí en dos partes, una de ellas se humedeció con agua, y la plata se redujo instantáneamente por una solución de fósforo en éter. La otra parte que se suspendió en una ventana, expuesta al aire de la cámara y los rayos del sol, pronto adquirió un color marrón rojizo. Por lo tanto es evidente, que estos cambios de color que indican reducciones parciales del metal, nunca se producen sin la presencia de agua.

Experimento 10

Un poco de seda, que se sumergió en una solución de nitrato de plata en agua, se colocó en un platillo de porcelana, expuesta a los rayos del sol, y se mantuvo moderadamente húmeda con agua. En unos pocos minutos el color blanco de la seda fue cambiado a un color marrón rojizo, que poco a poco se hizo más oscuro, y en unos tres o cuatro horas cuando los rayos solares eran a menudo débiles e interceptados por sombras, adquirió un color gris negruzco; la mayoría del color marrón rojizo había desaparecido. Al día siguiente no había sol, pero hacia la tarde, las partículas de plata reducida eran visibles en el lado opuesto de la seda, expuesto a la luz.

Experimento 11

Un poco de seda que se sumergió en una solución de nitrato de plata en alcohol, y se expuso a los rayos del sol, como en el experimento anterior, se mantuvo moderadamente húmedo, con alcohol, pero resistió la acción de la luz mucho más tiempo que el anterior, sin embargo poco después, comenzaron a aparecer motas y líneas de un color marrón rojizo en algunas partes de la seda. Al día siguiente, aunque no había sol, el color marrón rojizo aumentó un poco. Al tercer día se hizo más intenso, pero no se observaron partículas de plata reducida de color negro o gris. Al comparar este resultado con los experimentos anteriores, no se puede tener duda de que los cambios de color que aparecían en este experimento dependieron de agua absorbida del el aire o depositada en la seda por el alcohol durante su evaporación.

Conclusiones:

1. Que el agua es esencial para la reducción de los metales por la acción de la luz; para estos experimentos que demuestran que el la reducción no puede tener lugar sin agua, y que está siempre en proporción a la cantidad de fluido presente.
2. La luz no reduce los metales, dándoles flogisto como Macquer y Scheele suponen, pues si esto fuera cierto, la luz debería reducirlos sin la ayuda de agua, y también con el alcohol.
3. La luz no reduce a los metales mediante la fusión y expulsión del oxígeno, como los antiflogísticos imaginan.
4. La luz es un cuerpo combustible que actúa como el hidrógeno, fósforo, azufre, y carbón en la reducción de metales.

Puesto que el agua entonces es esencial para la reducción de los metales por la luz, y dado que la luz no reduce metales dándoles flogisto, ni mediante la fusión de oxígeno y expulsar, se deduce que es obvio que la luz reduce los metales por la descomposición de agua.

Las conclusiones finales de todo este capítulo fueron:

1. *La ley de la atracción, dice que cuando cualquier cuerpo se ve privado hasta cierto punto, de otro para el que tiene una gran afinidad, la atracción del primero por el segundo es mucho mayor.*
 2. *La luz tiene una fuerte atracción por el oxígeno, o la base del aire vital.*
 3. *Que cuando el oxígeno se condensa, y se fija en cualquier sustancia, contiene mucho menos luz y calórico que lo hace en el estado gaseoso.*
 4. *Que el principio oxígeno existente en el agua, en este estado condensado, tiene una fuerte atracción por la luz.*
- Por lo tanto, cuando la luz reduce los metales, atrae el oxígeno del agua, mientras que el hidrógeno de esta última se une en su estado naciente al oxígeno del metal y lo reduce, formando al mismo tiempo una cantidad de agua igual a la que se descompuso.”*

Como se observa en este capítulo indirectamente, se forman imágenes de plata reducida, sobre seda, lo cual en aquella época fue un hecho precursor de la formación de imágenes fotográficas en emulsiones de sales de plata.

El capítulo IX, trata de la reducción de metales por ácidos. Sólo desarrolla 6 experimentos.

Finalmente el capítulo X, se dedica a la oxigenación de los cuerpos combustibles.

En el XI se establecen las conclusiones finales y en el XII se hace un listado de la nomenclatura empleada.

La conclusión fundamental a la que llega Fulhame a través de todos estos experimentos, es que el agua es un agente fundamental en la reducción de diferentes sales metálicas a través de los diferentes reductores, pues sólo ocurre cuando está presente, y no cuando se emplean otros disolventes como alcohol, o éter. Este efecto no sólo lo hace al disminuir las fuerzas de cohesión entre las partículas de la sales, sino que descompuesta, el hidrógeno actúa restaurando el estado combustible del cuerpo. Naturalmente está explicando un efecto catalítico 50 años antes de que Berzelius estudiara e inventara el término catálisis.