

La química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias.

Teodomiro Moreno Jiménez. I.B. Anaga, Santa Cruz de Tenerife.

José Fernando Rodríguez García. C.P. San Fernando, Santa Cruz de Tenerife.

Nicolás Elórtegui Escartín. I.P.F.P. de Santa Cruz de Tenerife

José Fernández González. I.B. Cabrera Pinto, La Laguna, Centro Superior de Educación, Universidad de La Laguna.

Uno de los elementos que más diferencian la sociedad actual de la de hace cien años es el tipo de materiales que utilizamos. Un altísimo porcentaje de la materia que nos rodea es de origen artificial o sintético, hasta el punto que el carácter natural, sin procesado, de algunos productos es la base de reclamos publicitarios. El auge de la química y de la industria derivada, desde 1850 hasta la actualidad, tiene mucha que ver con el ambiente en que vivió Blas Cabrera Felipe cuando era estudiante de bachillerato (1890-94) y que tenga diferencias tan profundas con el que rodea a los actuales estudiantes en Canarias. Y, paralelamente, la química de la época tenía grandes diferencias con la actual.

Pretendemos hacer en este trabajo algunas consideraciones relativas a la química que estudió Blas Cabrera Felipe como estudiante de Segunda Enseñanza en el Instituto de Canarias, comparándola con la que se enseña actualmente y tomando como referencia el plan de estudios y los libros de texto que se utilizaban en la época.

Técnica y sociedad en el último tercio del siglo XIX.

La sociedad canaria en esta época cuenta con menos de 350.000 habitantes dedicados mayoritariamente a labores agrícolas y sujetos a hambrunas y desempleo que provocaron las primeras oleadas migratorias masivas a América. El pleito insular provocó en 1852 la creación de dos distritos económicos y administrativos con capital única en Santa Cruz de Tenerife, separación que se anula dos años después. En la educación, aunque la Ley Moyano de 1857 garantizó la educación primaria obligatoria hasta los nueve años, hay un nivel de alfabetización bajísimo entre las clases menos favorecidas económicamente, y el único centro de Enseñanza Secundaria es el Instituto situado en La Laguna, frecuentado por los hijos varones de las clases medias y altas.

La producción agrícola del vino a principios de siglo deja paso a la caña de azúcar
Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtegui, N. y Fernández, J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

y a los ingenios azucareros, que suponen lo más avanzado en tecnología de la sociedad canaria. Pero el auge de la remolacha azucarera en Europa provocará su caída en desuso y un debate a todos los niveles al contraponerse el interés de las colonias y el de los agricultores de las metrópolis.

Las islas son proveedoras de materias primas asociadas a climas cálidos, como la seda, el tabaco o la cochinilla, pero prácticamente nada se manufactura, reservándose esta tarea para las industrias que surgen en Europa como consecuencia de la Revolución Industrial. La pequeña producción y la competencia de las colonias europeas hundirían estas producciones.

Gran parte de lo que en esta época se conoce como industria química está muy relacionado con las transformaciones de productos agrícolas: caña de azúcar, bebidas fermentadas y especias.

Industrias tradicionales como la de jabones y bujías, el curtido de pieles o el blanqueo, tintorería y estampación de telas empiezan a recibir nuevas sustancias producidas artificialmente que alteran sustancialmente los mercados: Solvay revoluciona la producción de sosa en 1861 y Chardonnet sintetiza la primera seda artificial en 1884.

La emancipación de los esclavos de las colonias británicas y españolas ha tenido por consecuencia el que desde entonces apenas es posible la marcha regular de la fabricación del azúcar de caña con negros libres. Exceptuando en la recolección, que para los negros es más bien una fiesta que un trabajo, les falta la energía necesaria para las faenas del campo y no es posible proporcionarse el número de brazos necesario ni en la época oportuna, por lo cual la fabricación del azúcar de caña ha disminuido en esas comarcas, a pesar de las excelentes condiciones de clima y suelo, en lugar de aumentar en proporción al consumo(...). Y si, como es probable, la experiencia establece que la fabricación de ésta en los países tropicales y la esclavitud son inseparables en la práctica, entonces la fabricación europea del azúcar de remolacha se ofrecerá como un bien para la Humanidad.

Justus Von Liebig, Cartas sobre la Química.

*Aparato para separar los ácidos grasos
en la fabricación de jabón, 1870.*

Los primeros cauchos se obtienen a partir de productos naturales y crean un efímero auge en las plantaciones de Sudamérica, África y sudeste asiático, que dura hasta que en 1875 Bouchardat sintetiza el caucho artificial y Goodyear desarrolla

su sistema de vulcanizado, desarrollos fundamentales para una industria naciente: en 1885 Daimler construye la primera motocicleta y en 1886, Karl Benz empieza a construir automóviles. En las grandes ciudades, el gas del alumbrado provoca el interés por los derivados del carbón y profundos cambios en su fisonomía.

A partir de mitad de siglo una serie de descubrimientos químicos, principalmente alemanes, sientan las bases del desarrollo de una potentísima industria. Gerhardt sintetiza el ácido acetilsalicílico en 1853, patente que consigue Bayer gracias a las ganancias que, a partir de 1870, le reporta su síntesis del índigo. Perkin

*Gasómetros de La Villette,
París, hacia 1880.*

descubre la anilina en 1856 (hoy, la Perkin-Elmer es una potente multinacional), y Nobel fabrica la dinamita en 1867.

Interior de una fábrica de anilina, 1885.

Los estudios de química de Segunda Enseñanza en 1890-95.

En los últimos años del siglo XIX, en los que Blas Cabrera Felipe realizó sus estudios de Segunda Enseñanza, la química que se enseñaba en los institutos era fundamentalmente experimental (1). Se decía que el laboratorio era el único medio de estudiar con provecho esta ciencia. De ahí que se diera tanta importancia a dotarlo correctamente de aparatos y material. La propia descripción del inventario ⁽¹⁾ (2) indica que la demostración magistral se utilizaba con profusión como método didáctico y las anotaciones hechas por los profesores en el expediente de Blas Cabrera, acerca de su habilidad manual muestran que el trabajo experimental no era ajeno a los alumnos.

El programa de Química del Instituto de Canarias que Blas Cabrera Felipe siguió constaba de 22 temas, de los que sólo los tres primeros trataban aspectos de lo que hoy conocemos como de Química General o de Química Física. En el presente trabajo vamos a hacer un análisis de algunos contenidos de estos tres primeros temas, 96, 97 y 98, como hemos señalado antes, a través de los manuales de Química de la época.

¹ Pueden verse figuras de algunos de estos aparatos al final de este trabajo.

96. Diferencia entre Física y Química, moléculas integrantes y constituyentes, cohesión, cristalización, isomorfismo, dimorfismo, afinidad y análisis completo.
97. Nomenclatura de los cuerpos simples y división de éstos; nomenclatura de los cuerpos ácidos, óxidos, sales, combinación de los metaloides y de los metales.
98. Ley de las proporciones definidas, de las múltiples y de los equivalentes químicos: signos y fórmulas químicas.

Cuadro A. Programa de Química en el Instituto de Segunda Enseñanza de Canarias.

El desarrollo de la Química en esta época era ya considerable. A modo de síntesis podemos destacar que Faraday había descubierto las leyes de la electrólisis (1832), se habrían sentado las bases de la Química Orgánica: síntesis de los alcoholes metílico y etílico, del benceno y del acetileno por parte de Berthelot (1850), síntesis de la anilina por parte de Perkin (1856) y de los colorantes derivados de ésta (Hoffman, 1863), desarrollo de la estereoquímica del carbono debida a Vant Hoff y Level (1874), síntesis del caucho artificial (Bouchardt, 1881), etc. En Termodinámica Química, Gibbs había descubierto la Ley de las Fases (1875), Vant Hoff y Le Chatelier hacen interpretaciones teóricas del equilibrio químico (1876), Gibbs también había publicado en 1878, "El equilibrio de las sustancias homogéneas".

Sin embargo, muchos de estos conocimientos, por lo reciente de su descubrimiento o por no ser totalmente aceptados por la comunidad científica internacional, aun no figuraban en los libros de texto de química. Pero además, al desconocerse la estructura del átomo y la forma en que los átomos se unían entre sí para formar las sustancias, estos conocimientos se presentaban, la mayor parte de las veces, sin ninguna relación entre sí. El avance en las teorías químicas y el grado de aceptación de las ya propuestas era escaso y ello se reflejaba en los textos de química elemental y en los programas oficiales, en los que, como hemos señalado, trataban fundamentalmente temas de química descriptiva de las sustancias.

En 1890, año en que Blas Cabrera Felipe inició sus estudios de bachillerato en el Instituto de Segunda Enseñanza de Canarias, los conocimientos sobre la estructura de la materia aun eran muy simples. El límite de la divisibilidad de la materia estaba detenido en el átomo, tal como J. Dalton lo describió en su teoría atómica formulada en 1803 y publicada en 1808 en su libro "*A new system of chemical philosophy*". Los átomos se consideraban unas partículas invisibles e indivisibles. Los cuerpos simples estaban formados por estas unidades

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtegui, N. y Fernández, J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

homogéneas y de la reunión de dos o más átomos se originaban las moléculas. Esta idea de cuerpo simple o elemento se ha mantenido casi invariable hasta la actualidad. La única novedad es la presencia de los isótopos. Precisamente es en 1897 cuando J.J. Thomson descubre el electrón como constituyente del átomo, al caracterizar los rayos catódicos como constituidos por partículas cargadas negativamente (electrones), midiendo la relación entre la carga y la masa que existía en tales partículas. Thomson fue el primero en proponer una teoría para la estructura interna del átomo.

Donde la situación estaba algo más confusa era en la idea de compuesto en términos de la teoría atómica, al que se le unía el concepto de molécula, introducida en la Química en 1811 por el físico italiano Amadeo Avogadro, como últimas partículas integrantes de los gases y constituidas por átomos. Para explicar lo que era un compuesto se hacía uso de los conceptos de *moléculas integrantes* y *moléculas constituyentes*. Veamos como definía el compuesto uno de los libros de la época (4):

"Los compuestos son aquellos que no pueden dividirse en moléculas de diferente especie, pero por medios químicos se pueden separar en ellos las unidades simples que los forman. Las moléculas obtenidas por el primer medio reciben el nombre de moléculas integrantes, resultan del producto de la división mecánica, y siempre son semejantes; a las moléculas obtenidas por los medios químicos se les ha dado el nombre de moléculas constituyentes. Así el plomo, que es uno de los cuerpos simples, está formado por la reunión de moléculas integrantes; lo mismo sucede con el azufre. Por el contrario, la galena, que es un cuerpo compuesto de plomo y azufre, está también formado de moléculas integrantes, pero cada una de las moléculas contiene plomo y azufre, y estas unidades últimas, sumamente pequeñas, que entran en la composición de la molécula integrante, son las constituyentes."

COMPUESTO

MOLÉCULAS INTEGRANTES
(MOLÉCULAS ACTUALMENTE)

MOLECULAS CONSTITUYENTES
(ÁTOMOS ACTUALMENTE)

La explicación de como se mantenían unidos los átomos y las moléculas para formar los cuerpos no iba mas allá de la fuerza de atracción molecular (desarrollada por van der Waals en su célebre teoría) y de la fuerza de combinación. Hay que tener en cuenta que aún no se había formulado teoría alguna sobre el enlace químico.

En relación a esto, se señalaba: *"Las moléculas en los cuerpos se mantienen unidas en virtud de una fuerza llamada de atracción molecular (serían las distintas fuerzas intermoleculares de van der Waals que se conocen actualmente). A esta fuerza se le da el nombre de fuerza de agregación o de cohesión cuando se refiere a la fuerza que mantiene unidos los átomos de los cuerpos simples o las moléculas integrantes de los compuestos, y el de fuerza de combinación o afinidad química cuando tiende a unir los átomos o las moléculas de naturaleza diferente, para formar otros cuerpos con propiedades distintas de los que entran en su composición."*

La primera teoría sobre el enlace iónico se debe al químico alemán Richard Abegg, que señaló en 1904, tres años después de que Blas Cabrera Felipe leyera su doctorado, que los gases nobles debían poseer una configuración electrónica especialmente estable. Los átomos de un gas noble no tenían tendencia a aumentar ni a disminuir su número de electrones, y por eso no participaban en las reacciones químicas. Se deducía que otros átomos podían ceder o aceptar electrones con el fin de alcanzar la estructura de gas noble. En este proceso de transferencia de electrones de un átomo a otro se forman los iones cargados eléctricamente que se mantenían unidos por atracción electrostática. Berzelius casi un siglo antes había sospechado que la molécula debía contener una parte positiva y una parte negativa, ya que sólo existía atracción entre los elementos de cargas opuestas.

La sugerencia de Abegg consideraba solamente las transferencias completas de electrones de un átomo a otro. Esta teoría no explicaba la existencia de moléculas como la de cloro. Fueron los químicos americanos G. N. Lewis e I. Langmuir quienes propagaron de forma independiente en 1916, la idea de que cada átomo podía aportar un electrón a un "fondo común". Los dos electrones del fondo común estarían en la capa mas externa de ambos átomos. Con el fin de mantener todos los electrones en esta capa, los dos átomos han de

permanecer en contacto, y se precisa una energía considerable para separarlos. Nace así la idea del enlace covalente.

Según las hipótesis del libro de texto de Blas Cabrera Felipe, "*las moléculas de los cuerpos obedecen simultáneamente a la fuerza de cohesión y a la acción repulsiva del calor, que tiende sucesivamente a alejar las unidades simples y compuestas de un mismo cuerpo.*" Como se ve, se está haciendo uso del modelo de fuerzas de van der Waals y de la teoría cinético-molecular, desarrollada por Ludwig Boltzman y James Clerk Maxwell en la en la segunda mitad del siglo diecinueve.

De las variaciones relativas de estas dos fuerzas resultaban los diferentes estados de agregación de los cuerpos.



La *afinidad* era la fuerza que tendía a unir o a mantener unidas en los compuestos las moléculas de diversa naturaleza. Esta fuerza dependía mucho de las circunstancias en las que se encontraban los cuerpos; en general no obraba de una manera sensible si las moléculas no estaban enteramente libres. Así explicaban que los elementos sólidos raras veces reaccionan entre sí para formar compuestos, mientras que en estado líquido y gaseoso eran favorables las combinaciones, como resultado de la afinidad. A continuación de este primer tema de química estructural se estudiaba la nomenclatura de los cuerpos simples y de los cuerpos compuestos. En esta época se conocían alrededor de 80 elementos, señalados en el Cuadro C, que se ordenaban alfabéticamente y algunos de los cuales eran cuestionados como tales.

Cuadro B.

La única clasificación de los

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtogui, N. y Fernández, J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

elementos a que se hacía referencia en los libros de texto era la de dividirlos en dos grandes grupos: los **metaloides** y los **metales**, basándose principalmente en su aspecto y propiedades físicas.

En ninguna parte se hace referencia a otra posible clasificación. Ya entre 1817 y 1829 el químico alemán Döbereiner puso de manifiesto la existencia de grupos de tres elementos que presentaban grandes analogías en sus propiedades físicas y químicas, las denominadas triadas.

Las clasificaciones periódicas de Lothar Meyer y Mendeleiev datan de 1869 con sendos trabajos, presumiblemente independientes, desconocedores ambos, según parece de la ley de las octavas de Newlands (1864). Este observó que si se disponían los elementos en orden creciente de sus pesos atómicos, después de cada siete elementos en el octavo se repetían las propiedades del primero, estableciendo una analogía con las octavas musicales.

Meyer publicó en 1869, nueve años antes de que Blas Cabrera Felipe naciera, una tabla periódica incompleta que incluía los 55 elementos que entonces se conocían, distribuidos en grupos y subgrupos, basado en el estudio de algunas propiedades físicas y químicas de los elementos.

En marzo de 1869, con nueve meses de anterioridad a Lothar Meyer, Mendeleiev presentó para su publicación un trabajo con el título *La relación de las propiedades con el peso atómico de los elementos*, en el que aparecía también una clasificación de los elementos basada primordialmente en las periodicidad de sus propiedades químicas.

Los químicos de la época habían ridiculizado la propuesta de Newlands, y quizá por ello no aparezcan referencias en los manuales de estudio de Blas Cabrera Felipe, pero si aceptaron fácilmente los trabajos de Lothar Meyer y Mendeleiev, cuyos méritos fueron reconocidos por la **Royal Society**, que galardonó a ambos en 1882 con la Davy Medal Award (5).

Este avance de Meyer y de Mendeleiev en la clasificación de los elementos aun no se reflejaba en los libros de texto de la época en que Blas Cabrera Felipe estudió en el Instituto de Canarias, por lo reciente de su postulación.

Por lo que se refiere a las fórmulas químicas, estaban en vigor dos tipos de formulación bastante diferentes, lo que contribuía a aumentar el desconcierto entre los estudiantes de la época.

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtégui, N. y Fernández, J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

Uno, que tomaba como base el equivalente. El equivalente de una sustancia simple se daba a conocer por el símbolo químico que se empleaba para indicarla. El equivalente de un cuerpo compuesto se formulaba uniendo los símbolos químicos de sus elementos; por ejemplo, si se quería expresar las proporciones en que el plomo y el oxígeno están combinados en los óxidos que forman, se pondría delante de la letra O, que designa el oxígeno, el signo del plomo, PbO y PbO²; la cifra 2 colocada como si fuera un exponente sobre el oxígeno indicaba que la cantidad de oxígeno era el doble que en el primero.

El otro, adoptaba como fundamental el átomo y su peso en lugar de los equivalentes. Los símbolos con que expresaban los cuerpos simples no representaban un equivalente, como en el caso anterior, sino un átomo con su peso correspondiente. Este es el procedimiento que a lo largo de los años ha prevalecido y que se sigue en la formulación actualmente.

El resto de los temas del programa, diecinueve en total, trataban de química descriptiva y preparativa de las sustancias. Si comparamos este programa con los actuales del mismo nivel de enseñanza vemos que ahora la situación es justo la inversa. Actualmente los programas se centran en el estudio de las grandes teorías de la química, y la química denominada descriptiva apenas se trata. Esta evolución de los contenidos es algo que la mayoría de los profesores de química hemos podido ver a lo largo de nuestra vida y es una prueba de la juventud y vitalidad de esta ciencia.

En resumen, la separación entre los libros de texto de 1890 y la teoría química conocida en la época era considerable. Esto puede deberse al tiempo que transcurre desde que una teoría es propuesta a la comunidad científica hasta que se asume plenamente y se considera adecuado transmitirla a los estudiantes de segunda enseñanza. El estudio de los mecanismos que dominan este proceso, que lleva el conocimiento del laboratorio avanzado al aula y las razones de que ciertos conocimientos recorran este camino mucho más rápido que otros, queda como propuesta para futuros trabajos.

Bibliografía.

-(1) Fondos del Archivo del Instituto de Canarias, 1882-1907. Libros de actas del Claustro de Profesores.

-(2) Fondos del Archivo del Instituto de Canarias, 1882-1907. Inventario de Material Didáctico. Caja 102.

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtégui, N. y Fernández, J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

-(3) Rico Sinovas, Manuel; Santiesteban, Mariano. Manual de Física y Química. Librería de la Viuda de Hernando y Cía. Madrid, 1887.

-(4) Lozano y Ponce de León, Eduardo. Elementos de Química. Imprenta de Jaime Jepús y Roviralta. Barcelona, 1891.

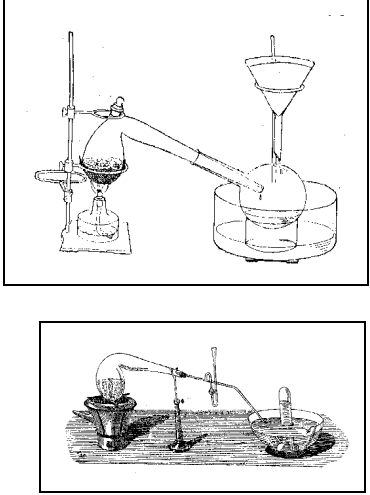
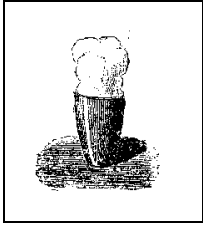
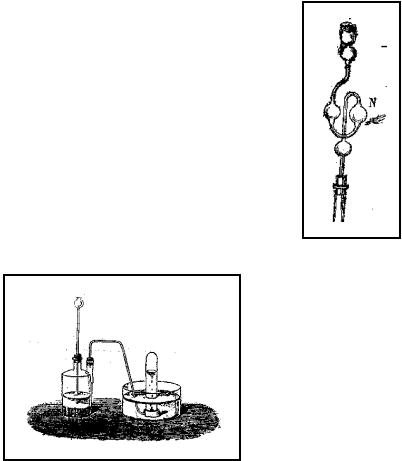
-(5) Fernández, M.R.; Fidalgo, J.A.. Química General. Editorial Everest S.A. Madrid, 1989

-(6) Fondos del Archivo del Instituto de Canarias. 1893-1994. Programa de las asignaturas. Relación de libros de texto. Caja 148.

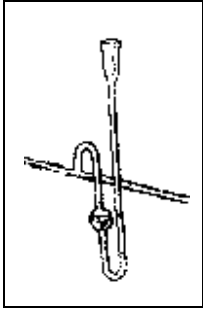
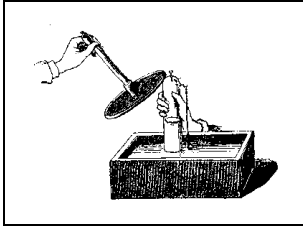
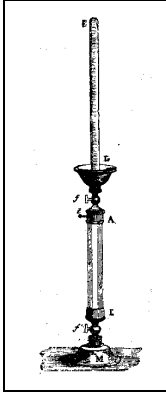
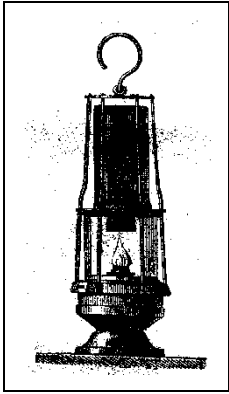
-(7) Carracido, José R. Compendio de Química Orgánica. Sucesores de Manuel Soler, Editores. Barcelona, sin fecha.

-(8) Nuñez Muñoz, M,F. Archivo del Instituto de Canarias. Catálogo inventario. Ayuntamiento de la Laguna, 1986.

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtegui, N. y Fernández. J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

Nº DE INVENTARIO	APARATOS Y DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIONES
132	<p><u>APARATO</u></p> <p>Retortas de Zamora</p> <p><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Para destilar las sustancias</p>	
136	<p><u>APARATO</u></p> <p>Crisoles</p> <p><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Para someter las sustancias sólidas a la acción del fuego.</p>	
137	<p><u>APARATO</u></p> <p>Tubos de seguridad</p> <p><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Para impedir las explosiones y absorciones en las operaciones en que puedan tener lugar.</p>	

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtegui, N. y Fernández, J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

		
143	<p><u>APARATO</u></p> <p>Eudiómetro sencillo de gas hidrógeno</p> <p><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Para análisis.</p>	
144	<p><u>APARATO</u></p> <p>Eudiómetro de Volta</p> <p><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Para las demostraciones.</p>	
145	<p><u>APARATO</u></p> <p>Lámpara de Davy</p> <p><u>DESCRIPCIÓN</u></p> <p>Para evidenciar la propiedad de las telas metálicas respecto a la llama.</p>	

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtegui, N. y Fernández, J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.

Algunos de los aparatos de química pertenecientes al Gabinete de Física y Química del Instituto de Segunda Enseñanza de Canarias.

La transcripción del nombre y descripción de estos aparatos es literal, siendo tomados del inventario manuscrito por el catedrático de la asignatura.

Cuadro A. Programa de Química en el Instituto de Segunda Enseñanza de Canarias

Presentado en: Moreno, N.; Rodríguez, J.F.; Elórtegui, N. y Fernández. J. (1995): La Química que estudió Blas Cabrera Felipe en el Instituto de Canarias. Ponencia I Congreso sobre Blas Cabrera Felipe. Tenerife, Noviembre de 1995.