

Balnea

Cien años de análisis de las aguas mineromedicinales



Francisco Armijo Castro

Número 5 (2012) Serie de Monografías

PUBLICACIONES UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE DE MADRID

ISBN: 978-84-669-3474-9

Cien años de análisis de las aguas Mineromedicinales

Sumario

I	Introducción	9-12
II	Dos hidrólogos: Antoine Lavoisier y Svante Arrhenius	13-31
III	La Historia del Mundo	33-37
IV	La Historia de España	39-44
V	La Ciencia en el Mundo	45-65
VI	La Ciencia en España	67-112
VII	La Química en el Mundo	113-134
VIII	La Química en España	135-175
IX	La Química Analítica en el Mundo	177-195
X	La Química Analítica en España	197-211
XI	El análisis Químico de las aguas en el Mundo	213-222
XII	El análisis Químico de las aguas Mineromedicinales en España	223-303
	Bibliografía	305-327
	Índice onomástico	329-361

One hundred years of mineral waters analysis

Contents

I	Introduction	9-12
II	Two Hydrologists: Antoine Lavoisier and Svante Arrhenius	13-31
III	World History	33-37
IV	Spanish History	39-44
V	Science in the World	45-65
VI	Science in Spain	67-112
VII	Chemistry in the World	113-134
VIII	Chemistry in Spain	135-175
IX	Analytical Chemistry in the World	177-195
X	Analytical Chemistry in Spain	197-211
XI	Mineral water chemical analysis in World	213-222
XII	Mineral water chemical analysis in Spain	223-303
	Bibliography	305-327
	Name Index	329-361

I

Introducción

Este trabajo tiene su origen en una indicación del profesor **Francisco Maraver Eyzaguirre**, mi amigo y compañero en las tareas de la Cátedra de Hidrología Médica de la Universidad Complutense de Madrid. Su idea es que preparara unas páginas como inicio de una tesis doctoral relacionada con los antiguos análisis de las Aguas Mineromedicinales españolas durante un periodo de tiempo que abarcaba casi todo el siglo XIX.

Puesto a esta tarea, me encontré en la situación que describe perfectamente **Lawrence M. Krauss**, profesor de Física y Astronomía de la Case Western Reserve University en USA, en su libro “Historia de un átomo”. Dice **Krauss**, que: “*una de las alegrías de escribir, y también uno de los retos, es la experiencia de averiguar lo que uno no sabía de antemano sobre diversos temas. Escribir es una notable experiencia de aprendizaje, lo cual es, sin duda una de las razones por las que me sigue atrayendo escribir*”. (138)

Algo parecido me ocurría a mí, pues aun teniendo una formación y un trabajo profesional como químico y farmacéutico, con incursiones a la ingeniería química y muchos años de colaboración en una Cátedra de Medicina, al empezar a escribir sobre este tema, me di cuenta de que no sabía prácticamente nada de la Historia de estas ciencias. Hay que reconocer que solamente en la Licenciatura de Farmacia, en la asignatura de Historia y Legislación, había recibido alguna formación sobre estos temas.

Cuando intenté encuadrar en el panorama histórico español del siglo XIX el asunto del análisis de las Aguas Mineromedicinales, me percaté de que en los libros de texto que utilizamos los escolares que cursamos nuestro bachiller en la década de los cincuenta del pasado siglo, la centuria precedente de la Historia de España permanecía casi oculta, solamente destacaba la Guerra de la Independencia y poco más, los avatares de la Historia Universal estaban también reducidos a leves noticias.

El comienzo del siglo XIX se mostraba como una batalla continua y cruenta contra el enemigo francés, que nos había invadido sin motivo aparente, y al terminar esa guerra como vencedores en un país, destruido y desligado de la nueva Europa,

poco se añadía de la Historia española. Quizás un cierto pudor para mostrar nuestros desastres políticos y militares, que terminaron en un catastrófico 1898 que dejaban en un amargo fundido en negro el panorama general de España durante tan importante siglo y, por supuesto, el de nuestra Ciencia.

Esta carencia supuso para mí un acicate y de paso un motivo para dedicarme a una de mis aficiones favoritas, la búsqueda de textos antiguos sobre un tema determinado. Para un trabajo anterior titulado “Viajes de agua” me dediqué a buscar y colecciónar textos de viajeros por el Pirineo Aragonés y con sus comentarios confeccioné ese libro (22). Desconozco la opinión de los expertos, pero a mí, como padre primerizo, me produjo gran ilusión ver su portada en las librerías, y en esta línea de continuo apoyo bibliográfico quiero realizar esta otra publicación.

En la reseña que publicó la editorial Pirineum sobre el libro se lee: “*Las aguas del Pirineo aragonés a través de sus viajeros puede considerarse un libro de libros, pues repasa la literatura de viajes referida al Pirineo aragonés desde el Códice Calixtino hasta nuestros días. El autor desglosa citas y referencias de más de doscientos libros de viajeros a las aguas del Pirineo, ya sean estas ríos, ibones, fuentes, embalses o balnearios*”.

Esta técnica también es la aplicada ahora, pues es difícil encontrar datos nuevos sobre la historia de los análisis de las Aguas Mineromedicinales, ni incluso sobre los científicos, por eso he recogido la información de otros textos y la he reunido con el objetivo de conseguir un resumen ordenado de esta pequeña parcela de la Historia de la Ciencia con una cierta homogeneidad.

Tengo que indicar que en el texto he destacado con letras negritas los nombres de las personas que van apareciendo en el relato para mostrar al lector el gran número de personajes que componen esta pequeña parte de la Historia. Otro aspecto a comentar en esta introducción es la colocación de las fechas; una buena amiga, quizás de las pocas que leyeron mi trabajo anterior completo, me indicó que no añadiera las fechas biográficas pues dificultaba la lectura. He seguido su consejo solo en parte, he colocado esta información en la primera aparición del personaje en el texto, pues creo que ayuda a situarlo en el tiempo y a saber su edad en el momento de realizar su trabajo.

Por otra parte el químico **José Ramón de Luanco** (1825-1905) decía en la “Memoria dedicada a la biografía del **Doctor Manuel Sáenz Diez y Pinillos**” (1824-1893) que el físico e historiador de la ciencia, germano francés **Jean Chrétien Ferdinand Hoefer** (1811-1878) publicó en 1865 una obra de tipo histórico titulada “*La chimie enseignée par la biographie de ses fondateurs*”, que podríamos traducir como “*La química mostrada mediante la biografía de sus creadores*”. (132)

El mismo **Luanco** continuaba diciendo que esta técnica la utilizaba el francés para: "amenizar el estudio de esta ciencia, suavizando las asperezas que hay en todas las obras didácticas y que algo parecido tiene que hacer quien quisiere averiguar el estado de los conocimientos químicos en España durante el siglo XIX". No desaprovecharé esta idea que me resulta utilísima para aplicarla a este trabajo en el que también serán las biografías de los científicos el hilo conductor que nos guiará e indicará como se desarrollaron las ciencias y con más detalle la Química en el periodo de 1784 a 1884. (154)

Siempre que he podido he incluido las fotografías o grabados de los personajes citados, pues ayudan a conocer la personalidad del autor y en este apartado hay que resaltar que los retratos de la portada han sido pintados al oleo por el joven pintor aragonés **Manuel Ramos Armijo**, que en mi opinión ha captado perfectamente la imagen que tenemos de estos científicos.

Por último quiero agradecer su magnífica colaboración a mis compañeras en la Cátedra de Hidrología Medica la doctora **Iluminada Corvillo Martín** por su trabajo para preparar la maqueta de la publicación, evitándome esfuerzos posteriores y más retrasos en la entrega del texto, facilitándome también la información contenida en su tesis doctoral y corrigiendo las pruebas, y a **Izaskum Hurtado Corral** analista del laboratorio de la Cátedra que como siempre ha bregado con la informática de nuestros trabajos.

La situación de la enseñanza de la Historia; que vistos los libros de texto actuales de grado medio, no ha mejorado mucho, en mi opinión, desde mis tiempos de estudiante; me ha llevado a preparar unos breves capítulos iniciales dedicados a la Historia del Mundo y de España, en los que resumo de forma esquemática la situación socio económica, sobre todo teniendo en cuenta su posible efecto sobre la Ciencia y especialmente sobre la Química.

Aclarado el porqué de estos primeros capítulos debo dar en este momento otra explicación sobre las dos fechas, 1784 y 1884, que incluyo en el título y que serán las condiciones de contorno de este relato dedicado a la historia del análisis de las Aguas Mineromedicinales españolas.

Hay muchas fechas cuyo guarismo identifica claramente el hecho que ocurrió en ese momento, las fechas citadas no dirán nada en especial al lector, salvo para los muy expertos en estos temas. Las he escogido porque corresponden al año en el que **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794) proclamó pública y solemnemente la composición del agua, en 1784, y a cuando **Svante August Arrhenius** (1859-1927) leyó, no con mucho éxito, su tesis doctoral "Fundamento de la disociación electrolítica" en 1884.

Entiendo que el año de 1784 puede tomarse como la fecha del conocimiento oficial de la composición del agua, algo que considero primordial para explicar las propiedades de esta singular molécula, cuya importancia había sido intuida muchos siglos antes, y que resulta imprescindible para comprender los mecanismos de acción de la Hidroterapia.

La disociación electrolítica, propuesta en 1884, explica la composición química de las Aguas Mineromedicinales y las propiedades inherentes que le proporcionan los iones disueltos, y que constituyen el fundamento de la Crenoterapia, son por tanto estas dos fechas, dos referencias clave que enmarcan cien años de la Ciencia y de la Química, de gran importancia para el conocimiento de las Aguas Mineromedicinales. (43)

II

Dos hidrólogos: Antoine Lavoisier y Svante Arrhenius

Estos químicos, que dos de sus descubrimientos relacionados con el agua sirven para enmarcar este trabajo, tienen unas biografías muy interesantes, en este caso su importancia en el mundo de la Ciencia radica en que sus aportaciones fundamentaron el inicio de dos épocas determinantes para el desarrollo de la Química.

A parte de su actividad como químicos, yo les califico de hidrólogos, aun a sabiendas de que esta afirmación no satisfará a los historiadores de la Ciencia que los colocan en otros apartados. Algo parecido me ocurrió cuando, en noviembre de 1994 y en las Jornadas Nacionales de la Sociedad Española de Hidrología Médica celebradas en Madrid, presenté una pequeña comunicación titulada “En memoria de un Hidrólogo”, dedicada a **Linus Carl Pauling** (1901-1994) uno de los primeros químicos cuánticos, que acababa de fallecer en agosto de aquel año (21).

Recuerdo la cara de cierta extrañeza en los componentes de la mesa presidencial, pues seguramente el químico norteamericano les era más familiar como premio Nobel de Química concedido en 1954, por sus trabajos donde describía la naturaleza de los enlaces químicos y por sus estudios sobre las proteínas, como descubridor de la hélice alfa o incluso como defensor de las dosis masivas de vitamina “C” como remedio oncológico.

A parte de destacar mi admiración particular por el profesor **Linus Carl Pauling**, expuse su aportación al conocimiento de la estructura del agua, basada en los llamados clatratos de agua y en la masiva presencia de puentes de hidrógeno entre moléculas, pues él fue un gran conocedor de este tipo de enlace. Su contribución al conocimiento de dicha estructura le permitía ser considerado un hidrólogo, pero sus trabajos en muchas otras ramas de la Ciencia difuminaban esta faceta investigadora.

Algo parecido ocurre con **Antoine Laurent Lavoisier** y **Svante August Arrhenius**, considerarlos como hidrólogos, parece casi un demérito, pues la ciencia los sitúa en otros campos aparentemente más notables, pero no debemos olvidar que sus descubrimientos permitieron conocer mejor el agua y sus propiedades y esta sustancia es sin duda la más importante para la vida.

Estos dos personajes no llegaron a coexistir y sus biografías tienen pocos puntos comunes, salvo su pertenencia al mundo de la Química, como pequeño homenaje a estos grandes científicos daremos ahora unas notas biográficas, siempre profundizando en aquellas situaciones en que su trabajo fue más cercano a la Hidrología.

ANTOINE LAURENT DE LAVOISIER

Nació en París en 1743, hijo de un abogado y consejero parlamentario de posición acomodada que le dio una excelente educación en el Colegio Mazarino recibiendo a los veinte años el título de bachiller en leyes, y posteriormente la licencia para ejercer el derecho, pero no era esa su vocación y su mente inquieta lo llevó hacia otros campos de la Ciencia.

Estudió botánica con **Bernard de Jussieu** (1699-1777) y química con **Guillaume François Rouelle** (1703-1770) y en 1765 presentó ante la Academia de Ciencias de París su primer trabajo relacionado con la química, dedicado al análisis del yeso.

Con sólo veinticinco años fue admitido, en 1768, en la Academia Francesa como adjunto supernumerario y comenzó a trabajar como asistente en uno de los departamentos recolectores de impuestos del gobierno, la Ferme Générale.

Con 27 años leyó ante la Academia una memoria sobre la naturaleza del agua y su imposibilidad de transformarse en tierra, una de sus primeras y grandes aportaciones al conocimiento de este líquido.

Por su interés para nuestra historia describiremos ahora las experiencias previas que **Antoine Laurent Lavoisier** tuvo que rebatir, dos ideas muy en boga todavía en su tiempo, basadas en la importancia de su preconizador, **Johannes Baptista van Helmont** (1579-1644) que creyó en su momento demostrar que el agua era realmente el origen de la materia inorgánica y de la sustancia viva.

El belga **Johannes Baptista van Helmont** se consideraba un *Philospus per ignem*, un alquimista, aunque en realidad era un iatroquímico, que rechazando la idea aristotélica de los cuatro elementos consideró al agua como la materia prima de nuestro Universo, al ser mencionada en la Biblia como el caos primordial anterior al resto de la Creación. Para él todos los cuerpos constan de una sustancia inerte, el agua, dotada de un *archeus* que les confiere sus propiedades químicas, por lo que aquella, es el único elemento común.

Para demostrar esta teoría hizo dos experiencias, bien preparadas y realizadas, que desgraciadamente le condujeron a resultados erróneos. En la primera, el conocido experimento del sauce, un plantón del arbolillo aumentó su peso en 95 kilogramos en los cinco años que recibió solamente agua de lluvia para su manutención y en la segunda vislumbró la conversión del agua en tierra cuando sometió al líquido a repetidas destilaciones.

Al científico belga le parecieron pruebas irrefutables de su teoría, pues había conseguido materia orgánica e inorgánica a partir sólo de agua y así lo describió en el primer caso: “*Tomé una maceta de barro en la que puse 200 libras de tierra previamente secada en un horno. Planté en ella un esqueje de sauce que pesaba 5 libras. Al cabo de cinco años el árbol que desarrolló pesaba 169 libras y unas tres onzas. Cuando era preciso regaba con agua de lluvia o destilada la maceta. Finalmente saque la tierra y halle las mismas 200 libras menos unas dos onzas. Por consiguiente, las 164 libras de madera provenían solo del agua*”.

En cuanto a la formación de tierra a partir de agua sus instrumentos de vidrio le jugaron una mala pasada, pues al no tener la calidad de nuestros actuales materiales se fueron descomponiendo durante las destilaciones. No era el único en creer en estas ideas y todavía en 1764 **C. A. Gerhard** publicó la obra del químico alemán **Johann Theodor Eller**, (1689-1760) quien sostuvo públicamente que el fuego o el flogisto podían trasformar el agua en tierra o en aire.

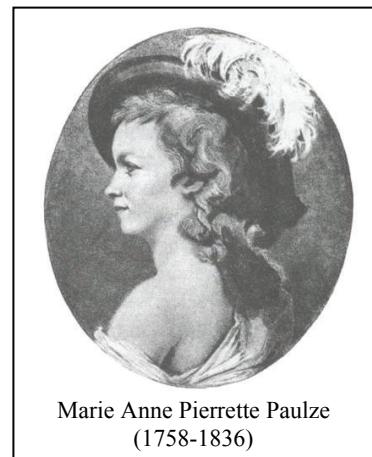
El trabajo más significativo de **Van Helmont** fue con los gases y más concretamente con el anhídrido carbónico, tan relacionado con las aguas mineromedicinales y que el belga supo diferenciar del aire ordinario e identificarlo con el generado durante la combustión de sustancias como el carbón vegetal o el alcohol, la fermentación del jugo de uva y la acción del vinagre sobre las conchas marinas, llamándole gas silvestre.

Ya en 1768 **Antoine Laurent Lavoisier** refutó esta creencia de que el agua se convierte en tierra por repetidas destilaciones en recipientes de vidrio. Para ello introdujo una cantidad de agua de lluvia en un recipiente cerrado llamado *pelícano*, un alambique que disponía de unos conductos que retornaban el vapor generado a la parte inferior, y lo calentó a ebullición durante ciento un días.

Trascurrido este tiempo pesó primero, cuidadosamente, el destilador completo comprobando que la masa no había variado y por lo tanto el fuego no había creado nada, luego el agua, que tenía el mismo peso que el agua de lluvia introducida originalmente y finalmente el conjunto del residuo sólido formado y el aparato de destilación que mantenían su peso. La pérdida de peso del matraz era exactamente igual al residuo formado, demostrando que la materia sólida provenía del recipiente

y no del agua. En 1770 comunicó los resultados de su experiencia a la Academia francesa. (189)

En 1771 se casó con la joven **Marie Anne Pierrette Paulze** (1758-1836) que además de sus conocimientos de inglés y dibujo, con los que lo ayudó en sus publicaciones, le aportó una importante dote con la que instaló un magnífico laboratorio.



Poco tiempo después, en 1773, realizó su primera publicación, "Opuscules Physiques et Chimiques". En este libro describió cómo en la calcinación de los metales sólo se usa una porción del aire, ya que éste es en realidad una mezcla de dos gases, llegando a la conclusión que el elemento activo era el "aire desflogisticado" de **Joseph Priestley** (1733-1804) el oxígeno, que se absorbía y quedaba el "*aire no vital*", el nitrógeno. Demostraba que al combinar el "aire desflogisticado" con carbón se produce "*aire fijo*", dióxido de carbono, que había sido obtenido ya por el químico **Joseph Black** (1728-1799) en 1754.

En 1783 anunció a la Academia que el agua era el producto de la combinación de hidrógeno "aire inflamable" con el oxígeno. No era una novedad pues varios científicos ya habían realizado anteriormente experiencias suficientes para poner de manifiesto esta importante realidad.

Lord **Ritchie Calder** en un artículo publicado en "Investigación y Ciencia" en 1982 cuenta cómo en el caso de la demostración de la verdadera composición del agua, no fue **Lavoisier** su primer realizador, parece ser que el químico francés, **Pierre Joseph Macquer** (1718-1784) fue el pionero en constatar la posibilidad de obtener agua por combustión del hidrógeno. (205)

Este científico después de graduarse en la Facultad de Medicina de París, estudió química con **Guillaume François Rouelle** el mismo profesor que tuvo más tarde **Lavoisier**, siendo elegido en 1745 miembro de la Académie des Sciences. Escribió unos "Elémens de Chymie théorique y Éléments de Chymie pratique" aparecidos en 1749 y 1751 respectivamente que tuvieron gran éxito y que fueron reeditados en varias ocasiones, siendo traducidos al castellano en 1784, utilizándose para la enseñanza de la química en la Universidad de Valencia. El texto contiene una selección de los conocimientos químicos de la segunda mitad del siglo XVIII, con explicaciones basadas todavía en la teoría del flogisto.

Hay que destacar que fueron muchos los científicos que trabajaron simultáneamente en este descubrimiento, y así ya en el año 1783 **Joseph Priestley** comunicó a **James Watt** (1736-1819) que el peso del agua formada era igual al peso de los dos gases, **Watt** replicó inmediatamente que el experimento mostraba que el agua no era un elemento, sino un compuesto.

En algunos casos la obstinación de algunos investigadores como **Joseph Priestley** con el flogisto, principio del fuego, le impidió apreciar el significado de sus propios hallazgos, incluido el que describió como un mero experimento al azar, realizado para entretenar a un pequeño grupo de amigos filósofos que habían constituido una sociedad privada, *de la que hicieron el honor de hacerme miembro*, la Sociedad Lunar. En el experimento **Joseph Priestley** había hecho estallar aire inflamable, hidrógeno y aire desflogisticado, oxígeno, con una chispa eléctrica, produciéndose rocío en el recipiente de vidrio. (205)

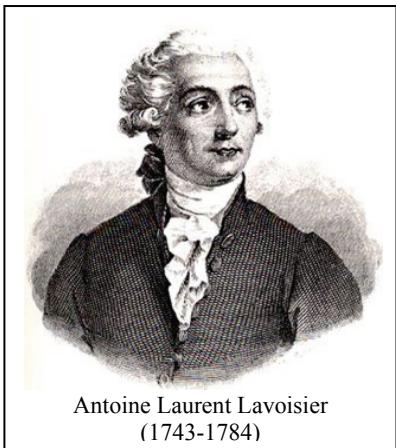
Esta técnica, que también había utilizado el aristócrata **Henry Cavendish** (1713 -1810), había sido inventada por el pionero de la electricidad **Alessandro Volta** (1745-1827) y luego utilizada por el profesor **Jon Warltire** (1725/6-1810), un amigo de **Joseph Priestley**, que posteriormente realizó experimentos similares. “*Según esta técnica, mediante una chispa eléctrica se hacía explotar una mezcla de hidrógeno y oxígeno en recipiente cerrado sellado, de cobre o de cristal. Jon Warltire observó atinadamente que el interior del recipiente de cristal quedaba cubierto de gotas después de la explosión, pero ni él ni Joseph Priestley, se dieron cuenta de lo que significaba*”. (127)

Quedó para **Henry Cavendish** describir la composición del agua, aun en términos del flogisto, en la Royal Society en 1784 y para **Antoine Laurent Lavoisier** mostrar que **Cavendish** se había equivocado al pensar que el elemento agua preexistía en los gases y redefinir dicho supuesto elemento en función del oxígeno y del hidrógeno.

Sabemos que **Lavoisier** realizó también la síntesis del agua a partir de sus elementos, pero tanto en esta experiencia como en sus investigaciones sobre la composición del aire, oscureció deliberadamente los trabajos de sus antecesores, sobre todo el de **Henry Cavendish**, hecho que empaña la gloria de **Lavoisier** y que todavía es causa de discusión entre los químicos. (251)

El 21 de abril 1784 **Lavoisier** leyó ante la Academia Francesa una memoria en la que relataba un experimento realizado el 24 de junio de 1783 ante el rey **Luis XVI** (1754-1793), **Charles Blagden** (1748-1820) y algunos miembros de la Academia. Junto con **Pierre Simon Laplace** (1749-1827) aplicó una descarga eléctrica a una mezcla de hidrógeno y oxígeno que generó varias gotas de agua. Posterior-

mente continuó su explicación en otro trabajo titulado “Memoria donde se prueba, por la descomposición del agua, que este fluido no es en absoluto una sustancia simple, y que existen numerosos medios de obtener el aire inflamable que forma parte de ella como principio constituyente”. (189). (150)



Este es el motivo por el que tomamos esta fecha de 1784, como origen de nuestro trabajo, **Antoine Laurent Lavoisier** era lo que hoy llamaríamos un buen comunicador y un año más tarde preparó una experiencia espectacular ante un escogido auditorio, incluidos políticos y académicos, en la que durante dos días sintetizó y descompuso el agua. Era el broche final de la llamada *controversia del agua*, que durante muchos años mantuvo implicados a varios e importantes investigadores de varios países, lo que no cabe duda es que la mejor prueba experimental de la composición del agua la dio **Cavendish** y que la primera explicación correcta la ofreció

Lavoisier. (146), (188), (144).

Resulta interesante en esta introducción destacar la figura del físico y químico inglés **Sir Charles Blagden**, presente en la demostración pública de **Lavoisier**, y que por sus experiencias constituye un enlace entre las de los dos científicos que hemos tomado como fundamento de las fechas inicial y final de este trabajo,

Había estudiado medicina en Edimburgo, siendo alumno de **Joseph Black** ejerciendo de oficial médico en el ejército británico hasta 1814. A pesar de esto entabló buenas relaciones con los científicos franceses más importantes de la época, sobre todo con **Claude Berthollet** (1748-1822) y parece que le contó a **Lavoisier** la síntesis realizada por **Cavendish**.

El trabajo de **Sir Charles Blagden** se centró en la congelación de disoluciones salinas. En 1788 descubrió la ley que lleva su nombre, que dice que: “*la reducción del punto de fusión de una disolución es proporcional a la concentración de soluto*”, una propiedad coligativa, el descenso crioscópico, cuyos resultados no pudieron entenderse hasta que **Svante Arrhenius** explicó el proceso de disolución de las sales.

Volviendo a la biografía de **Lavoisier**, encontramos que junto con un grupo de químicos franceses, publicó en 1787 el “*Méthode de Nomenclature Chimique*”, en donde se clasificaron y renombraron los elementos y compuestos conocidos. Como

un apunte de la situación de la Química en España, podemos decir que, el libro fue traducido al castellano por **Pedro Gutiérrez Bueno** (1745-1826) sólo un año después de su edición, en 1788.

El conocido “*Traité élémentaire de Chimie*”, fue publicado por **Antoine Laurent Lavoisier** en 1789, y en él introdujo su nuevo enfoque de la química. Definió como elementos aquellas sustancias que no pueden descomponerse en otras más simples y estableció su ley de conservación de la masa en las reacciones químicas. (144).

El profesor **Rafael Sáez y Palacios** (1808-1883) decía en su discurso de 1877: “*El mérito de Lavoisier es extraordinario, pero este mérito no está precisamente en los muchos que hizo, sino en el partido que supo sacar de los conocimientos amontonados o dispersos que poseía ya la ciencia. En efecto, apoderose de los descubrimientos de sus antepasados, de los de sus contemporáneos y con los muchos que a él sólo pertenecían, y con los brios de un gran reformador crea teorías fundadas en hechos perfectísimamente demostrados.*” (221)

En plena Revolución Francesa, en 1793, comenzó el Reinado del Terror, se suprimió la Academia de Ciencias y, se ordenó el arresto de los antiguos miembros de la Ferme Générale con lo cual **Lavoisier** quedó desamparado. **Jean Paul Marat** (1743-1793), médico y poderoso cabecilla revolucionario, lo acusó de haber participado en complotos absurdos y exigió su muerte, paradójicamente, el acusador fue asesinado en julio de 1793 en su propia bañera. Se cree que la especial inquina con la que **Marat** atacó a **Lavoisier** era debida a que éste había desacreditado públicamente un tratado escrito por el médico.

Después de un juicio poco justo, que duró menos de un día, un tribunal revolucionario condenó a **Lavoisier** y a otras 27 personas más a la pena de muerte, realmente fue víctima de la condena que cayó sobre los *farmiers généraux*, un cuerpo de recaudadores encargado de recoger los impuestos sobre el tabaco y la sal.

Lo defendió en el tribunal un químico llamado **Loisele**, esforzándose en demostrar su inocencia; expuso que había servido con lealtad a la revolución, puso de manifiesto los servicios prestados y terminó pidiendo la absolución. Sólo se oyó la voz del fiscal general, **Fouquier Thinville** (1746-1795) pronunciando las terribles palabras: “*Ya no necesitamos sabios*”. (221)

Se ha censurado a la Academia de Ciencias de París por no haber defendido corporativamente a uno de sus miembros más importante, se criticó a **Antoine François Fourcroy** (1755-1809), miembro muy influyente en la Convención, el

que no actuara para salvar a su colaborador y amigo, se acusó a **Louis Bernard Guyton de Morveau** (1737-1816), también miembro de la Convención de haber utilizado su influjo para salvar a otros científicos y no haber hecho nada por **Lavoisier**. El astrónomo **Joseph Lalande** (1732-1807) fue el único dispuesto a emplear su influencia, pero en aquellas circunstancias poco podía valer el esfuerzo de un solo hombre ante la barbarie desatada.

La misma tarde del juicio fue guillotinado, junto con su suegro, un 8 de mayo de 1794 en la Place de la Révolution, hoy día Plaza de la Concordia. Su amigo el célebre matemático **Joseph Louis Lagrange** (1736-1813) diría una frase que hoy es célebre: “*un segundo bastó para separar su cabeza del cuerpo, pasarán siglos para que una cabeza como aquélla vuelva a ser llevada sobre los hombros de un hombre de ciencias*”.

Los trabajos escritos de **Lavoisier** sufrieron los avatares propios de tan agitada época y su publicación completa no se ha conseguido casi hasta nuestros días. Su esposa reunió muchos escritos y la correspondencia, legándolos a una sobrina, esposa de **Léon de Chazelles**, quien, en 1846, una vez catalogados los donó a la Academia de Ciencias.

La publicación de sus obras completas se inició en 1836, cuando **Jean Baptiste Dumas** (1800-1884) secretario perpetuo de la Academia de Ciencias, prometió públicamente que serían editadas con cargo al estado para reparar la injusticia cometida, apareciendo el primer volumen en 1862 y el último en 1893.

Esta labor encontró abundantes dificultades y peripecias que provocaron la dispersión de numerosos manuscritos, hasta que el coleccionista y químico norteamericano **Denis Duveen** (1910-1992) adquirió una buena parte de ellos y los expuso en 1952 elaborando una bibliografía completa de las obras de **Lavoisier**. Esta colección fue puesta a la venta y adquirida por la Cornell University en 1960. (17)

En 1955 el Comité Lavoisier, confió al químico **René Fric** el trabajo de publicar íntegramente la correspondencia, franqueándosele el acceso al legado Chazelles y permitiendo que se llevara a su domicilio, en Clermont Ferrand, cartas pertenecientes a la Academia. La familia Chabrol, heredera de los Chazelles, entregó, en 1991, a la Academia la correspondencia privada del científico, salvo algunas cartas que la Señora Chazelles había vendido a la Universidad de Cornell. En aquel momento se desconocía el paradero de las cartas entregadas a **Fric**, ¿estaban perdidas para siempre?

En 1992, al derribar una casa antigua, en un armario, aparecieron unas cartas viejas que se identifican como escritas por **Lavoisier**, los documentos se devolvieron a la Academia, la casa pertenecía a **René Fric**. A la institución francesa han vuelto 214 borradores, 87 cartas dirigidas al químico y 45 documentos varios, esta vez la suerte estaba de parte de la Historia. (9)

En los últimos años han surgido varios proyectos de edición electrónica de las obras de Lavoisier, el más importante es el Panopticon Lavoisier un portal con acceso abierto a los manuscritos, instrumentos, publicaciones e imágenes relacionadas con el científico y la revolución química. (52)

Por parte de nuestro país podemos decir que sólo cuatro años después de la muerte del Lavoisier la Imprenta Real de Madrid publicó el “Tratado elemental de química” en 1798, traducido por don **Juan Manuel Munárriz**; una edición castellana anterior había aparecido en México.

Hemos repasado la biografía del químico francés, principalmente desde el punto de vista de su aportación a la hidrología, en donde hizo importantes aportaciones no exentas de ciertas polémicas, situación que se extendió al descubrimiento del oxígeno. Una obra de teatro “Oxygen” estrenada en 2001, de **Carl Djierassi y Roald Hoffmann**, pone en escena a **Carl Wilhelm Scheele** (1742-1786), **Priestley** y **Lavoisier** convocados por el rey de Suecia para decidir quién debe ser honrado como el verdadero descubridor, el primero extrajo el gas, el segundo publicó su existencia pero sólo **Lavoisier** comprendió lo que habían descubierto. (134)

Antoine Laurent de Lavoisier es una referencia obligada para la química, convirtiéndose incluso en un mito, y es innumerable la literatura escrita sobre él, de la que cabe destacar las obras de cuatro importantes químicos: **Jean Baptiste Dumas**, **Edouard Grimaux** (1835-1900), **Marcelin Berthelot** (1827-1907) y **Adolphe Wurtz** (1817-1884), Este fue autor de la célebre frase: “*La química es una ciencia francesa: fue constituida por Lavoisier, de inmortal memoria*”.

La figura de **Antoine Laurent Lavoisier** está recogida en varios grabados y en una magnífica pintura de **Jacques Louis David** (1748-1825) realizada en 1788, que se encuentra en el Metropolitan Musuem de Nueva York y que nos muestra al científico y a su esposa, **Marie Anne Pierrette Paulze** en un gran cuadro de 265 x 195 cm. Él, sentado frente a una mesa cubierta con un mantel rojo y en la que hay material de laboratorio, está vestido con ropas negras de finales del siglo XVIII y enseña el zapato derecho sujeto con una gran hebilla de plata, símbolo de su economía desahogada, ella, de pie, apoya su brazo izquierdo sobre el hombro de su marido, se muestra como una joven y agraciada dama vestida de blanco con un gran lazo azul en la cintura.

Esta mujer casada muy joven, a los trece años, con el científico resultó ser su gran colaboradora, fascinada por las investigaciones de su marido, aprendió química y conoció del inglés y con una buena formación artística tradujo diversos textos científicos y realizó las ilustraciones de los aparatos de química del “*Traité élémentaire de chimie*”. (134)

En el libro de **Inés Pellón González**, “Un químico ilustrado, Lavoisier”, se incluye un retrato del químico con el texto: “*Pintura al óleo de Lavoisier, realizada en 1788 por el propio David en su taller*” (189). Al parecer, es el único retrato auténtico del científico francés y cuando falleció el pintor, el cuadro fue adquirido en 1825 por el químico y naturalista francés **François Vincent Raspail**, (1794-1878).

Observando ambos oleos parece ser que este ultimo podría ser un boceto previo al cuadro del matrimonio pues la posición de la cabeza y de los ojos, vuelto a la derecha y hacia arriba, no parecen los más adecuados para un retrato individual.

El autor del retrato **Jacques Louis David** fue un tránsfuga que pintó para **Luis XVI** y luego votó por su ejecución, fue el director artístico de la Revolución francesa, y luego el propagandista del Imperio con **Napoleón Bonaparte** (1769-1821) y en nuestro asunto retrató a **Lavoisier** en su esplendor y a su perseguidor **Jean Paul Marat**, asesinado en su bañera.

El comprender fenómenos ya conocidos y saber explicarlos fue una característica de **Lavoisier** y también fue la de nuestro siguiente científico: **Svante August Arrhenius** representante de una química que ya no emergía sólo de Francia.

SVANTE AUGUST ARRHENIUS

Svante August Arrhenius nació el 19 de febrero de 1859 en Vik, finca rústica situada en las cercanías de Upsala en el condado de Sogn og Fjordane, siendo sus padres **Svante Gustav Arrhenius** y **Caroline Thunberg**.

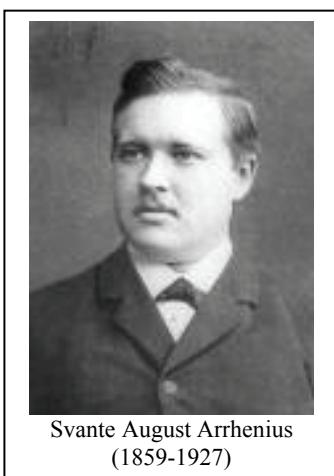
Según cuenta Sir **James Walter** en un memorial dedicado al científico, publicado en 1928, el apellido proviene de un antecesor, **Lasse Olofsson** que en 1620 se trasladó al pueblo de Årena, la familia latinizó el apellido como Arenius, que fue modificándose en la primera mitad del siglo XIX, convirtiéndolo en **Arrhenius**, un tío de Svante, el profesor de botánica, **Johan Arrhenius**, llegó a ser secretario de la Academia de Agricultura. (257)

A la edad de tres años, aprendió a leer por sí mismo y observando los libros de contabilidad de su padre se convirtió en un prodigo de la aritmética. Disfrutaba manejando gran cantidad de datos para descubrir relaciones matemáticas entre ellos.

La familia para mejorar sus condiciones económicas se trasladó en 1860 a Uppsala y **Svante** a la edad de 7 años ingresó en la escuela de la Catedral, distinguiéndose en las materias de física y matemáticas, teniendo la suerte de que el rector de la escuela fuera un buen profesor de física.

A los 17 años aprobó los exámenes de admisión de la Universidad de Upsala con la intención de seguir las enseñanzas de química que impartía el profesor **Theodor Cleve** (1840-1905) que destacaba por sus investigaciones sobre las tierras raras y los complejos amoniacales. Parece ser que el profesor no cumplió las expectativas del estudiante y **Svante Arrhenius** se trasladó en 1881 a la Universidad de Estocolmo con la intención trabajar en el laboratorio de **Erik Edlund**, (1819-1888) profesor de física en la Academia Real sueca especialista en polarización e inducción.

En la primavera del año siguiente inicia sus primeras investigaciones en solitario, sobre la disminución de la polarización galvánica en función del tiempo y en 1883 presentó a la Academia de Ciencias de Suecia una memoria acerca de la conductividad galvánica de los electrolitos.



Svante August Arrhenius
(1859-1927)

Cabe preguntarse porqué eligió esta línea de trabajo, Sir **James Walter** da una sensata opinión indicando que la Ciencia, como cualquier otras actividad humana, está sometida a modas y que en aquel entonces las propiedades de las disoluciones estaban muy en boga. **Jacobus Henricus Van't Hoff** (1852-1911) estaba muy atareado trazando las analogías entre las disoluciones diluidas y los gases; **François Marie Raoult** (1830-1901) desarrollaba métodos empíricos para la determinación de los pesos moleculares de las sustancias disueltas; **Friedrich Wilhelm Kohlrausch** (1840-1910) acababa de perfeccionar su método telefónico para determinar la conductividad eléctrica de los electrolitos y **Friedrich Wilhelm Ostwald** (1853-1932) trabajaba en las velocidades de reacción y afinidades de ácidos y bases en soluciones acuosas.

Volviendo a nuestro biografiado **Svante Arrhenius**, tomando como base sus medidas eléctricas encaminadas a explicar el comportamiento químico de los electrolitos propuso la hipótesis según la cual, en las disoluciones, los compuestos quí-

micos disueltos están disociados en iones y su grado de disociación aumenta con la disminución de la concentración, situación que resultó ser cierta sólo para los electrolitos débiles.

En 1884 presentó esta teoría como parte de su tesis doctoral, los miembros del tribunal, después de un examen de cuatro horas, creyendo que esta teoría era errónea, lo aprobaron con la mínima calificación posible. Quizás los miembros del tribunal prestaron muy poca atención al contenido del trabajo y es instructiva a este respecto la anécdota que cuenta el mismo **Arrhenius** en sus escritos. Me acerqué al profesor **Per Teodor Cleve**, a quien admiraba mucho, y le dije: *Tengo una nueva teoría de la conductividad eléctrica como causa de las reacciones químicas. Y Cleve me contestó: es muy interesante; y luego añadió: Adiós*".

El profesor **Per Teodor Cleve** no era un cualquiera, nacido en Estocolmo en 1840, alcanzó su título de Doctor en 1863 por la Universidad de Upsala y después de ampliar estudios en Europa y Estados Unidos, obtuvo la cátedra de química general y agrícola en su universidad en 1874. En 1879 demostró que el escandio era el ekaboro que permanecía sin adjudicar en la tabla periódica de **Dimitri Ivánovich Mendeléev** (1834-1907) y también en ese mismo año descubrió el talio y el holmio.

Efectivamente **Cleve** formó parte del tribunal que juzgó la tesis de **Arrhenius** dándole una nota negativa. En su descargo hay que decir que cuando años después actuó como presidente del tribunal que juzgaba los méritos de los aspirantes al premio Nobel de química apoyó a **Svante Arrhenius** precisamente por la teoría que presentó en su discutida tesis doctoral. Como curiosidad diremos que la vena científica de **Cleve** continuó fructificando en su nieto **Ulf Svante von Euler**, (1905-1983) fisiólogo y farmacólogo, ganador del premio Nobel de Medicina en 1970.

Svante Arrhenius creyó más en su teoría que en sus profesores, pero comprendiendo que sus ideas eran muy revolucionarias para su época, la aguó antes de exponerla en su tesis doctoral con lo que seguramente confundió al tribunal. Por otra parte fue objeto de muchos ataques, especialmente por parte del respetado **William Thomson, lord Kelvin** (1824-1907) aunque fue apoyada por **Jacobus van't Hoff**, en cuyo laboratorio trabajaría como becario extranjero entre 1886 y 1890, y por **Wilhelm Ostwald** que se dio cuenta de las importantes consecuencias de estas ideas.

La teoría se basó en los estudios de la conductividad eléctrica de **Kohlrausch**, en los de las propiedades coligativas de **van't Hoff**, y en los de ciertas propiedades químicas como el calor de neutralización de **Thomson**. **Arrhenius** fue capaz de unir los resultados de distintos investigadores y hacer una generalización hoy conocida como teoría de la disociación electrolítica. (161)

La aparición del texto de la teoría en alemán en 1887, la dio a conocer en el mundo de la química y el apoyo prestado por científicos como **Wilhelm Ostwald**, en la Universidad de Riga, **Fridrich Kohlrausch** en la de Würzburg, **Ludwig Boltzmann** (1844-1906) en la de Gratz y **Jacobus van't Hoff** en la Ámsterdam, contribuyó, aunque lentamente, a su general aceptación.

Las anomalías encontradas en las propiedades coligativas de los electrolitos y la conductividad eléctrica que presentaban sus disoluciones llevaron a **Arrhenius** a establecer su teoría, base del comportamiento de los electrolitos para el desarrollo de la Química analítica mineral y de la Electroquímica.

La teoría de la disociación se basa en los siguientes puntos:

- Cuando se disuelve en agua un ácido una base o una sal, una porción considerable se disocia espontáneamente en iones positivos y negativos que se pueden mover independientemente, y son guiados a los electrodos de signo opuesto por el campo eléctrico aplicado.
- Los electrolitos, en disolución o fundidos, se disocian parcialmente en iones cargados eléctricamente, de manera que la carga total sobre los iones positivos es igual a la carga sobre los negativos; la disolución en su conjunto es neutra.
- Los iones son los átomos o grupos de átomos que forman los radicales de los electrolitos, la carga del ion es igual a su valencia.
- Los iones están siempre en la disolución pase o no la corriente eléctrica por ellos, actúan independientemente unos de otros y de las moléculas no disociadas, y constituyen partículas distintas con propiedades físicas y químicas características.
- La disociación de un electrolito es un proceso reversible puesto que los iones originados se unen a su vez para formar de nuevo las moléculas del correspondiente compuesto. (41), (117).

Todavía en la sexta edición del libro “Tratado de Química General”, del profesor **Santiago Bonilla Mirat** (1844-1899) publicado en 1897 se podía leer: “*El estudio de las propiedades de las soluciones, al que se han dedicado físicos y químicos notables, ha demostrado que el fenómeno de la disolución de una aparente sencillez cuando se le considera sólo superficialmente, es en el fondo muy complejo. Las variaciones que experimentan los puntos de ebullición y congelación de las*

soluciones, que están relacionadas con las cantidades de los cuerpos disueltos en ellas, han motivado aplicaciones de gran interés. Otro tanto puede decirse de las investigaciones acerca de la presión osmótica, de la conductibilidad para la electricidad y otras que se podrían citar". (53)



Svante August Arrhenius
(1859-1927)

Este párrafo pone de manifiesto las dificultades que en aquellos momentos tenía la Química para explicar una de las propiedades más importantes del agua, su capacidad para disolver muchas sustancias, faltaba la idea de **Arrhenius** para clarificarla y por ello, yo coloco esta fecha como inicio del conocimiento fisicoquímico de las Aguas Mineromedicinales.

Volviendo a la vida de **Arrhenius**, encontramos que estuvo con **Max Karl Planck** (1858-1947) en Kiel en 1888, regresando a Estocolmo para trabajar con **Erik Edlund**. En el año 1889 volvió a Leipzig y a Graz, mientras, sus ideas habían ido ganando adeptos incluso en Suecia y al

regresar a Estocolmo en 1891 fue nombrado profesor privado de física de la Escuela Técnica Superior de Estocolmo. A pesar de que todavía sufría una gran oposición, en 1895 fue convertido en catedrático efectivo y al año siguiente elegido rector, dignidad que ocupó hasta 1905.

Durante estos años se ocupó también de temas de Geofísica y de Química fisiológica, trabajando con **Thorvald Madsen** (1870-1957) en Copenhague en 1901 y con **Paul Ehrlich** (1854-1915) en Frankfurt Maine en 1903. (48)

La aceptación de su teoría por la comunidad científica le valió la obtención de la Medalla Davy en 1902 y el premio Nobel de Química en 1903, "en reconocimiento a los extraordinarios servicios prestados al avance de la química a través de su teoría de la disociación electrolítica".

En 1904 y por invitación especial, dio un curso en la Universidad de Berkeley, California, y en 1905 la Escuela Politécnica de Charlottenburg, intentó contratarlo para la cátedra de Electroquímica, pero ahora el gobierno sueco si hizo todo lo posible para retener al sabio en su país. A expensas de la fundación Nobel se fundó el Instituto Nobel de Química física y **Arrhenius** fue nombrado director, cargo creado especialmente para él.

Uno de los asuntos más complicados que tuvo que resolver desde este cargo no fue precisamente científico. **Svante Arrhenius** había defendido en la Academia Sueca la candidatura de **Marie Skłodowska Curie** (1867-1934) para su segundo premio Nobel, esta vez en Química, que le fue concedido en 1911; “*en reconocimiento de sus servicios en el avance de la Química por el descubrimiento de los elementos radio y polonio, el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y compuestos de este elemento*”.

Como director del Instituto le tocó actuar en un tema delicado, pues el 4 de noviembre de ese año, el diario *Le Journal* publicaba en su primera página el siguiente titular: “*Una Historia de amor: Madame Curie y el profesor Langevin*.” y esta noticia no era del agrado de la rígida sociedad de la época.

Le escribió una carta en nombre del comité sugiriendo que no aceptara el premio hasta que se demostrara que las acusaciones que se le imputaban no eran ciertas. Particularmente él la apoyaba y le decía que: “*Si la Academia hubiera pensado que las cartas en cuestión eran auténticas, no os habría, con toda probabilidad, otorgado el premio*”. La respuesta de **Marie Curie**, fue contundente: *La decisión que me aconsejan que tome sería un error. De hecho, el premio se me ha otorgado por el descubrimiento del radio y el polonio. Creo que no hay conexión alguna entre mi trabajo científico y mi vida privada. No puedo aceptar la idea que las calumnias y difamaciones de la vida privada puedan influir en el valor de la investigación científica. Estoy segura de que muchas personas comparten esta opinión*”.

La científica polaca actuando en su línea, fue a la ceremonia, el rey **Gustavo** le dio el premio y nadie entró en cuestiones personales, ella en su discurso, describió los trabajos científicos de otros en el campo de la radiactividad, incluyendo el de su difunto marido, pero dejando claro que el mérito del galardón era suyo.

Por otra parte, **Arrhenius** realizó muchos viajes por otros países visitando Alemania, Francia, Inglaterra, España y América y escribió varias obras de Química y Electroquímica y sobre algunos problemas generales de Cosmogonía y Bioquímica.

Como otros grandes científicos, no se contentó con su trabajo principal, también estudió el aumento de la velocidad de una reacción con la temperatura que en 1889 fue el primer peldaño en la edificación de la teoría de la cinética química. Postuló una ecuación, que hoy lleva su nombre, y que se puede aplicar no solo a reacciones gaseosas homogéneas sino también a reacciones en disolución y a procesos heterogéneos, aunque fracasa frecuentemente en las reacciones en cadena.

Los resultados experimentales le permitieron deducir una nueva magnitud, la energía de activación, este concepto conduce a la elaboración de la teoría de las colisiones efectivas como forma de interpretación de las reacciones químicas a partir de las nociones de la teoría atómico-molecular de la constitución de las sustancias.

El dos veces doctor y quizás el mejor autor técnico del siglo XX, **Samuel Glasstone** (1897-1986) indica: “*que el método más satisfactorio para expresar la influencia de la temperatura sobre la velocidad de reacción es el descrito por Svante Arrhenius en 1889 siguiendo las ideas de van't Hoff de 1884.*”

La forma integrada de la ecuación muestra que el logaritmo de la velocidad de reacción es proporcional a la temperatura absoluta y a la energía de activación. **Arrhenius** sugirió que en cada sistema existe un equilibrio entre moléculas normales y moléculas activas y que éstas son las únicas que pueden tomar parte en la reacción química. En la actualidad se acepta que las moléculas adquieren la energía adicional necesaria para la reacción, denominada energía de activación, como resultado de intercambios que tienen lugar en los choques entre moléculas.

Fuera de su campo de trabajo, en 1896 **Svante Arrhenius** también se adelantó a su tiempo trabajando en un tema que hoy preocupa a toda la sociedad; descubrió teóricamente el calentamiento global del planeta. Su hipótesis era sencilla: en esencia, estableció una relación directa entre las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera y la temperatura. Posteriormente, en colaboración con el geólogo americano **Thomas Crowder Chamberlain** (1843-1828) calcularon que las actividades humanas podrían provocar un aumento de las temperaturas mediante la adición de CO₂ a la atmósfera. (132a)

Su sospecha, que en aquel tiempo no se podía demostrar de forma fehaciente, fue rápidamente desautorizada por sus colegas científicos, como siempre a lo largo de su vida. Demasiado atrevida para su tiempo, con lo que el efecto invernadero se quedó inicialmente en una mera teoría, aunque el debate se mantiene vivo cien años después. No fue hasta la década de los cincuenta del siglo pasado cuando científicos californianos certificaron la teoría del calentamiento global, aunque como una mera posibilidad y como un riesgo para un futuro muy remoto, que parece que ya no lo es tanto.

En 1911 recibió en Chicago el primer ejemplar de la Medalla Willard Gibbs y en 1914 la Medalla Faraday. Junto a sus trabajos de investigación, tuvo otras publicaciones coronadas por el éxito, como su tratado de la doctrina de la inmunidad, titulado “Inmunoquímica”, en donde se ocupó de las teorías de inmunidad sosteni-

das por **Ehrlich** y así como éste suponía una neutralización de las toxinas por las antitoxinas, **Arrhenius** indicaba la existencia de un equilibrio semejante al existente en las soluciones electrolíticas. (48), (33), (32), (247)

Escribió obras sobre química física y biológica, electroquímica, astronomía y física cósmica, en este último campo destacó por su idea de que la vida en la Tierra se originó por esporas vivas trasladadas a través del espacio por la presión de la luz, que plasmó en su popular obra “El desarrollo de los mundos” quizás por esto se dio su nombre a un cráter de la Luna y a otro de Marte y a un asteroide descubierto en 1960. (31)

En el libro “ La ciencia al día” de **Charles Gibson** del que no he sido capaz de encontrar la fecha de publicación, que si siempre es necesario en este caso resulta imprescindible, se incluye una introducción del profesor **Svante Arrhenius**, premio Nobel de química, sobre la utilidad de las teorías. (114)

Por estos datos sabemos que el libro se publicó después de 1903, y que **Svante Arrhenius** continuaba adelantándose a su época. Terminando este prólogo escribe: *“Pero el valor de la labor teórica no suele estar limitado a la rama especial de la ciencia que es objeto directo de ella. El ejemplo de la ley de Ohm nos muestra que los trabajos de Fourier sobre la conducción del calor pudieron con ligeras modificaciones, adaptarse a la explicación de la conducción de la electricidad. Y esa misma ley, convenientemente modificada, también es aplicable a la difusión de la materia disuelta. La ley correspondiente de la difusión se llama ley de Adolf Fick, según su descubridor, y tiene precisamente la misma forma que las de Fourier y de Ohm.”*

Años más tarde, en 1931, el químico noruego norteamericano **Lars Onsager** (1903-1976) premio Nobel de química en 1968, publicó una teoría realmente sistemática y general de la termodinámica de los procesos irreversibles que es posible considerar como un axioma. (128)

Los procesos, termodinámicamente hablando, pueden ser ejecutados de manera reversible o irreversible. Podemos decir que los primeros son una sucesión de estados de equilibrio que se pueden ejecutar en direcciones opuestas, mientras que en los segundos, cuando tienen lugar espontáneamente, no se ha encontrado el proceso inverso, como ocurre en el caso de la expansión de un gas.

Existen un gran número de leyes fenomenológicas que describen los procesos irreversibles en forma de proporciones; tales son la ley de Fourier entre el flujo calorífico y el gradiente de temperatura, la ley de Fick entre el flujo de materia de un componente en una mezcla y su gradiente de concentración, la ley de Ohm entre

la corriente eléctrica y el gradiente de potencial, la ley de Newton entre la fuerza deformadora y el gradiente de velocidades y la ley de las reacciones químicas entre la velocidad de reacción y los potenciales químicos. (86)

A la explicación teórica del fundamento de todos estos fenómenos se adelantó **Arrhenius**, aplicándola a una serie de fenómenos que hoy utilizamos continuamente en el laboratorio y en la industria como los efectos **Peltier** (1785-1845), **Seebeck** (1770 1831) y **Soret** (1854-1904). (20)

Arrhenius se casó dos veces: la primera vez en 1894 con su alumna y asistente, **Sofía Rudbeck**, y en 1905 con **María Johansson**. Del primer matrimonio que sólo duró dos años tuvo un hijo, Olof, y del segundo, un hijo, Sven, y dos hijas, Ester y Anna-Lisa.

En septiembre de 1927 padeció un catarro intestinal agudo que le llevó a la muerte el 2 de octubre, siendo enterrado en Uppsala.

Las diferentes fotografías que conocemos de **Svante August Arrhenius** nos muestran el cambio del científico sueco a lo largo de su vida, Inicialmente tenemos la imagen de un fornido joven sueco de abundante pelo rubio que va perdiendo con el paso del tiempo. Las fotografías posteriores reflejan un rostro afable y de aspecto bonachón, una de las imágenes más conocidas, tomada en 1918, nos presenta una persona de edad con bigote blanco y entradas pronunciadas, que vestida correctamente y con lazo de pajarita en el cuello, mira a la cámara con gesto un tanto cansado.

A la vista de los datos biográficos de estas dos personalidades de la Ciencia nos damos cuenta de su gran importancia para la Química, que supera con mucho su aportación como hidrólogos. Como colofón a este capítulo tomamos dos textos referidos a cada uno de ellos. **Bernard Cohen** (1914-2003) en su texto “Revolución en la Ciencia” expone que el trabajo de **Antoine Lavoisier** resultó ser la revolución que inició la Química Moderna. “*La revolución química ocupa un lugar preponderante entre las revoluciones científicas, ya que es la primera de gran importancia que fue reconocida como tal por su autor principal, Antoine Laurent Lavoisier. Éste comprendía el concepto de revolución científica como un cambio particular en la manera de pensar, y llegó a expresar que su obra constituiría precisamente una revolución de ese tipo*”. (74)

Por otra parte el autor español **Francisco Vera** (1888-1967) en su “Historia de la Ciencia”, (251) dice que: “*La química actual nace con Svante Arrhenius, a quien se debe la teoría de la disociación electrolítica, que al proclamar la libertad de los iones, alumbró con destellos muchos puntos oscuros de la Electroquímica.*”

Tenemos así dos sólidas opiniones que refrendan nuestro proceder al elegir a estos dos científicos como puntos inicial y final de nuestro trabajo.

III

La Historia del Mundo

No es nuestra intención extendernos en la relación de los acontecimientos sociales que sucedieron en estos años que cubren casi todo el siglo XIX y los revolucionarios finales del siglo anterior, pero sí creemos interesante enumerar cronológicamente los principales hitos que los jalonaron, pues ayudan a comprender el desarrollo de la Ciencia, que a su vez influyó y forzó muchos de los acontecimientos históricos.

Para este proceder utilizaremos como base el libro del escritor inglés **Herbert George Wells** (1866-1946) titulado “Esquema de la Historia”, pues el autor, escritor de novelas de ciencia ficción de reconocido prestigio, ha relatado claramente la historia de la vida y del género humano. Esta obra fue redactada con el consejo y la ayuda editorial de **Sir Ernest Baker** (1874-1960), **Sir Harry Hamilton Jhonston** (1858-1927), **Sir Edwin Ray Lankester** (1847-1929), y el profesor **Gilbert Murray** (1866-1957). (258)

En las páginas finales de su tercer tomo incluye un capítulo titulado *Índice cronológico*, en el que se listan las fechas de los acontecimientos más señeros de la Historia.

Nosotros recogeremos solamente los sucedidos entre los años que enmarcan nuestro trabajo y que consideramos más importantes para su desarrollo. Revoluciones, guerras y los primeros movimientos sociales agitaron esos años que cambiaron bruscamente la situación de Europa y América.

- 1776. Declaración de Independencia de los Estados Unidos de América.
- 1783. Tratado de paz entre Inglaterra y los Estados unidos de América.
- 1789. Toma de La Bastilla.
- 1794. Ejecución de **Maximilien Robespierre**. Fin de la república jacobina.
- 1799. **Napoleón Bonaparte** es nombrado Primer Cónsul con grandes poderes.
- 1804. **Napoleón Bonaparte** es coronado Emperador.
- 1805. Batallas de Trafalgar y Austerlitz.
- 1808. Guerra de Independencia de España. **José Bonaparte** rey de España.
- 1810. Constitución de la primera Caja de Ahorros en Ruthwell, Escocia.
- 1810. Insurrección de la América española. Repúblicas Americanas.

- 1812. Retirada de **Napoleón Bonaparte** de Rusia.
- 1814. Primera abdicación de **Napoleón Bonaparte**. **Luis XVIII** rey de Francia.
- 1815. Los cien días. Campaña de Waterloo. Tratado de Viena.
- 1818. Huelga de los hiladores de algodón en Manchester.
- 1819. Primera ley de Fábricas auspiciada por **Robert Owen** (1771-1858).
- 1825. Primer ferrocarril. De Stockton a Darlington.
- 1835. Se usa por primera vez la palabra socialismo.
- 1837. Proclamación de la **Reina Victoria I** de Inglaterra (1819-1901)
- 1851. La Gran Exposición de Londres.
- 1852. **Napoleón III** (1808-1873), nombrado emperador de Francia
- 1857. Insurrección en la India.
- 1865. Fin de la Guerra de Secesión norteamericana.
- 1871. **Napoleón III** declara la guerra a Prusia.
- 1870. Exposición Universal de Viena.
- 1871. Rendición de París
- 1878. Tratado de Berlín. Comienzo de la Paz Armada de Europa Occidental.
- 1883. Ocupación de Egipto por Inglaterra.

Seguramente otros autores señalarían otros acontecimientos más importantes, pero en este caso nos basta con esta enumeración que pone de manifiesto las grandes convulsiones que sufrió la política mundial con la aparición de importantes nuevos países y movimientos sociales que sin duda influyeron de manera determinante en el desarrollo de la Ciencias y la Tecnología.

Unos eventos que demuestran esta situación fueron las Exposiciones Universales que sirvieron para mostrar los últimos descubrimientos, los progresos de la industria, del comercio y, en ocasiones, razas y costumbres exóticas de las todavía numerosas colonias europeas. El promotor de estas muestras fue **François de Neufchâteau** (1750-1818), ministro del Interior de Francia, quien tras impulsar la idea y la conseguir la organización, el 19 de septiembre de 1798 inauguró en el parisino Campo de Marte una exposición de productos industriales y artesanos franceses, con la intención de que a partir de entonces tuviera carácter anual.

A esta muestra nacional le siguió en 1851 la que viene siendo considerada como la primera Exposición Universal, organizada por el Reino Unido en la ciudad de Londres. Para ella se alzó un edificio espectacular, el llamado Palacio de Cristal, con elementos pre construidos que fueron ensamblados en un tiempo record en pleno corazón de Hyde Park y fue la mejor representación del espíritu emprendedor de la época recibiendo más de seis millones de visitantes. El edificio fue diseñado por sir **Joseph Paxton** (1803-1865) y construido por los ingenieros sir **Charles Fox** (1810-1874) y **Henderson** que alzaron un gran palacio de hierro y cristal de 563 metros de longitud y 124 de anchura.

El verdadero motor de esta Exposición fue el príncipe **Alberto de Sajonia Coburgo-Gotha** (1819-1861), esposo de la reina **Victoria** de Inglaterra, que en 1850 estableció la comisión universitaria que promovió esta reunión, en la que se presentaron las producciones artísticas e industriales de los diversos países europeos. Concurrieron 17062 expositores y visitaron la exposición más de 3 seis millones de personas. (147)

Cuatro años después, desde el 15 de mayo de 1855 hasta el 15 de noviembre del mismo año, se organizó en París, por el recién establecido emperador **Napoleón III, Luis Napoleón Bonaparte** (1808-1873), la que se llamó *Exposition Universelle des Produits de l'Industrie. Exposition Universelle des produits de l'Agriculture, de l'Industrie et des Beaux-Arts.*

Esta fue la primera exposición que incluyó un pabellón dedicado exclusivamente a las bellas artes, y donde participaron alrededor de 28 países con unas 5000 pinturas. De acuerdo con los informes oficiales concurrieron unos 25000 expositores y asistieron 5.162.330 visitantes, de los cuales 4.2 millones acudieron al pabellón industrial y 0.9 millones ingresaron a la sección de bellas artes. (147)

El único edificio que ha permanecido en pie de dicha exposición es el Théâtre du Rond-point des Champs-Élysées, diseñado por el arquitecto **Gabriel Davioud** (1824-1881), que originalmente albergó el llamado Panorama Nacional.

Años después, el 1 de abril de 1867, se inauguró la segunda Exposición Universal de París que se clausuró el 31 de octubre habiendo sido también el emperador **Napoleón III** quien decretó la realización de este proyecto para demostrar la grandeza del llamado "Segundo Imperio".

La sede elegida por el gobierno francés para que se erigiese el edificio de la exposición fueron los Campos de Marte, y el tema principal fue el "Progreso y la paz". A partir de 1865, el ingeniero **Jean Baptiste Krantz** (1817-1896), y el arquitecto **Leopold Hardy** (1829-1894), dirigieron la construcción de un gigantesco edificio ovalado para que albergase la exposición, sus dimensiones fueron 490 m de largo por 390 m de ancho, cubriendo un área total de 150.000 m².

La siguiente muestra cambió de país y la Exposición Universal de Viena tuvo lugar del 1 de mayo al 31 de octubre de 1873 con el tema "Cultura y Educación". De entre los muchos edificios que se construyeron para la exposición destacó la Rotunde, que fue erigido en el parque vienes de Prater. Las principales características de la Exposición fueron una superficie de 233 hectáreas, con 35 países participantes y 7.255.000 visitantes.

Esta muestra marcó el inicio de una nueva era de industrialización en Europa y España no fue una excepción. Destacados científicos e industriales españoles visitaron la Exposición y el entonces director de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, **Ramón Manjarrés y Bofarull**, (1827-1918) asistió a la demostración del generador eléctrico de Gramme utilizado posteriormente en nuestro país.

La primera Gran Exposición Mundial en América fue la de Filadelfia celebrada en 1876 que incluyó una novedad importante, debida al arquitecto **Hermann Josef Schwarzmann** (1846-1891), las exhibiciones no serían presentadas en un sólo edificio central, sino en cinco grandes pabellones dedicados a distintos asuntos. A esto se agregaron otros casi 200 para los estados americanos, naciones extranjeras y compañías privadas.

Se levantó en Fairmont Park y ofrecía una arquitectura bien integrada en el paisaje. Hay que destacar la impresionante máquina de vapor Double Corliss de 56 toneladas de peso que generaba 1400 HP que impulsó todas las otras máquinas dispuestas en el Vestíbulo y que el presidente americano y el emperador brasileño encendieron durante la ceremonia de la apertura.

Volvió a París la Exposición Universal en 1878 y tuvo lugar del 1 de mayo al 10 de noviembre. Con esta tercera Feria Universal, cuyo tema era “Agricultura, Artes e Industria”, se celebraba la recuperación de Francia después de su derrota en la Guerra Franco-Prusiana de 1870. (227)

Esta exposición fue mucho mayor que ninguna otra acontecida antes en cualquier otro lugar del mundo. Ocupó 267000 m² y el edificio principal situado en el Campo de Marte ocupaba 219000 m². Las características principales fueron una superficie construida de 76 hectáreas, que albergó las representaciones de 36 países y que recibió a 16.156.626 visitantes.

La “Galería de las Máquinas” fue un verdadero escaparate industrial diseñado por el ingeniero conde **Henri de Dion** (1828-1878), autor también de la estación de Delicias de Madrid. En la ribera norte del río Sena, se construyó un gran palacio en la Plaza del Trocadero, una preciosa estructura árabe con torres de 76 metros de altura flanqueadas por dos galerías, este edificio permaneció en pie hasta 1937.

En esta exposición se exhibieron inventos que hoy nos son tan familiares como el teléfono de **Alexander Graham Bell** (1847-1922), patentado en 1876, y la luz eléctrica que iluminó la Avenida y la Plaza de la Ópera, con las bombillas inventadas por **Thomas Alva Edison** (1847-1931).

Más de 13 millones de personas pagaron por asistir a la exposición, convirtiéndola en un éxito financiero. De manera simultánea a la exposición, se celebraron una serie de encuentros y conferencias para conseguir consenso sobre normas internacionales. El escritor francés **Víctor Marie Hugo** (1802-1885), dirigió el Congreso para la Protección de la Propiedad Literaria, que condujo a la consiguiente formulación de las leyes internacionales del copyright. También el Congreso Internacional para la mejora de las condiciones de los ciegos llevó a la adopción mundial del sistema de lectura táctil de **Louis Braille** (1809-1852).

La Exposición Universal de Melbourne Tuvo lugar del 1 de octubre de 1880 al 30 de abril de 1881. Su tema fue "Arte, Fabricaciones, Agricultura, y productos industriales de todas las naciones" y estuvo coordinada por el Bureau International des Expositions. Sus características fueron una superficie construida de 25 hectáreas, participaron 33 países recibiendo 1330000 visitantes.

Este tipo de eventos se convirtió en el punto de unión de intereses públicos al más alto nivel con intereses privados de casi todos los sectores empresariales. Jamás se habría conocido tan bien el estado de la industria en todos los países sin estos concursos.

Además estas exposiciones dieron un gran impulso a las ciudades que las albergaron añadiendo edificios emblemáticos que han sido verdaderas señas de identidad. El Crystal Palace londinense una vez terminada la exposición se desmontó y se alzó después en Sydenham Hill, en la zona sur de Londres, donde permaneció hasta que un incendio los destruyó en 1936

Hasta la Primera Guerra Mundial se celebraron diecinueve exposiciones universales y numerosas internacionales en ciudades europeas y norteamericanas.

Por supuesto que en estos cien años ocurrieron muchísimos eventos de todo tipo que llenan las páginas de la Historia, en este capítulo sólo he querido señalar algunos de ellos y describir donde se expusieron a la atención del público los avances de las Ciencias.

IV

La Historia de España

De igual manera que hemos dedicado un capítulo a la Historia del Mundo, en el que nos hemos limitado a señalar los principales acontecimientos que pudieran incidir en el desarrollo de la ciencia, también hacemos ahora un breve resumen cronológico de lo acontecido en España durante estas fechas de 1784 a 1884.

- 1788. Fallece **Carlos III** y accede al Trono **Carlos IV**.
- 1793. Guerra del Rosellón o de La Convención.
- 1795. Paz de Basilea.
- 1802. Guerra de las Naranjas con Portugal.
- 1805. Batalla de Trafalgar.
- 1808. Motín de Aranjuez. Abdicación de **Carlos IV** en **Fernando VII**.
- 1808. Guerra de la Independencia.
- 1808. Abdicación de **Fernando VII** en Bayona.
- 1808. Comienza el movimiento independentista de las colonias americanas.
- 1808. **José Bonaparte** Rey de España.
- 1810. Cortes de Cádiz.
- 1811. Proclamación de la independencia venezolana.
- 1812. Constitución de Cádiz.
- 1813. Expulsión de **José Bonaparte**.
- 1814. Segundo reinado de **Fernando VII**.
- 1820. Revolución liberal de **Rafael Riego**. Trienio liberal.
- 1823. Los Cien mil Hijos de San Luís. Absolutismo de **Fernando VII**.
- 1824. Batalla de Ayacucho.
- 1830. Restablecimiento de la ley de Partidas.
- 1833. Muerte de **Fernando VII** y regencia de **María Cristina de Borbón**.
- 1833. Fin de la década Ominosa.
- 1833. Primera Guerra Carlista.
- 1835. Revolución de Julio.
- 1835. Quema de conventos y de la primera fábrica que utilizó el vapor.
- 1836. Desamortización de **Mendizábal**.
- 1837. Constitución progresista.
- 1839. Abrazo de Vergara. Fin de la Primera guerra Carlista.
- 1840. Constitución del primer sindicato español en Barcelona.
- 1841. Regencia del general **Baldomero Espartero**.

- 1841. Pronunciamiento del general **Diego de León** en Madrid.
- 1843. Proclamación de **Isabel II**.
- 1846. Inicio Segunda Guerra Carlista.
- 1849. Fin de Segunda Guerra Carlista.
- 1854. Fin de los nueve años del llamado Gran período moderado.
- 1855. Fin del bienio progresista.
- 1859. Inicio I Guerra de África.
- 1860. Fin de I Guerra de África.
- 1868. Destronamiento de **Isabel II**.
- 1868. Inició insurrección anticolonial en Cuba. La “Guerra Larga”.
- 1870. Proclamación de **Amadeo I de Saboya**.
- 1872. Inicio de la Tercera Guerra Carlista.
- 1873. Abdicación de **Amadeo I**.
- 1873. I República.
- 1874. Golpe de estado del General **Pavía**. Fin a la I República.
- 1875. Entronización de **Alfonso XII**.
- 1876. Fin de la Tercera Guerra Carlista.
- 1879. Matrimonio de **Alfonso XII** y **María Cristina Habsburgo Lorena**.
- 1885. Muerte de **Alfonso XII**.

Esta relación, que seguro resultará incompleta a los ojos de un historiador, pone de manifiesto el difícil escenario que resultaba España para un normal desarrollo de la enseñanza de cualquier materia y más de aquellas que requerían de instalaciones, equipos y materiales especiales como es el caso de la química y la física.

De **Carlos III de Borbón y Farnesio** (1716-1788) se ha dicho que fue el mejor alcalde de Madrid, pero no sólo mejoró la capital, también hizo mejoras en la industria, la agricultura, las ciencias y las letras. El periodo de su vida que abarca este trabajo corresponde a sus últimos años en los que una progresiva pérdida de facultades le condujo a delegar en **José Moñino, conde de Floridablanca** (1728-1808).

El monarca ilustrado impulsó un cambio de actitud de la sociedad española de la época, mediante una Real Cédula de 1783, en la que declaraba perfectamente compatibles los oficios mecánicos con la condición nobiliaria, instando a la nobleza al aprendizaje de dichas artes, contemplando incluso la concesión de privilegios de hidalgía a los menestrales más destacados en su profesión. Surgieron las llamadas ciencias útiles en las que se englobaban las matemáticas, la física, la metalurgia, la agricultura, la química y la economía. (261)

Otras medidas tomadas por el gobierno de **Carlos III** para mejorar la ciencia fueron la reforma de las universidades, la creación de Academias y Sociedades de Amigos del País y la puesta en circulación de la prensa periódica.

Después de cincuenta años de reinado, entre Nápoles y España murió tras una breve enfermedad en diciembre de 1788, sólo cuatro años después de iniciarse el tiempo de nuestro relato.

Su hijo **Carlos IV de Borbón y Sajonia** (1748-1819) no estuvo a su altura, a partir de 1793, dejó la dirección del País en manos de **Manuel Godoy y Álvarez de Faria** (1767-1851), cuya política nacional e internacional fue una de las causas que dieron origen a la Guerra de la Independencia. Al final de su vida estuvo exiliado durante once años y murió en Roma en 1819. (204)

Tras el paréntesis de 1808 a 1813 correspondiente al reinado de **José I Bonaparte** (1768-1844), en 1814 llegó al trono **Fernando VII de Borbón y Parma** (1784-1833), llamado inicialmente el Deseado y luego el rey Felón, por su despotismo. El primero de enero de 1820, el teniente coronel **Rafael del Riego** (1785-1823) se pronunció en Cabezas de San Juan al frente de las tropas destinadas a sofocar los movimientos independentistas americanos, empezando el “trienio liberal” que obligó al rey a acatar la Constitución de 1812.

En 1823 los Cien mil hijos de San Luis restauraron la monarquía absolutista iniciándose la “Década Ominosa”. Durante este periodo con el equipo que formó el ministro de Hacienda, **Luís López Ballesteros Varela** (1782-1853), se promulga la ley de minas en 1825, y la del arancel de 1826, el Código de Comercio en 1829 y se crea la Bolsa de Madrid en 1831. Esto supuso proyectos importantes en la minería, las comunicaciones, las comunicaciones y la industria de los altos hornos.

Dice **Juan de Contreras, marqués de Lozoya** que: “*las dos fuerzas, absolutismo y liberalismo estaban equilibradas, de aquí la desventura del siglo XIX, que puso a la nación, que en el siglo XVI estaba a la cabeza de Europa, en desconsoladora inferioridad respecto a otros países en que se impuso la inteligencia sobre el instinto brutal que impelia a ambos bandos contendientes*”. (153a)

La relación del rey con los Balnearios hay que buscarla en la aparente esterilidad de su tercera esposa **María Josefa Amalia de Sajonia Borbón Parma** (1803-1829), que buscó remedio a sus males en las aguas de Sacedón y Solán de Cabras. Fernando, baldado por la gota y por los intransitables caminos de su España, exclamó: “*De este viaje salimos todos preñados menos la reina*”. (204)

A **Isabel II de Borbón y Borbón** (1830-1904), la nombraron reina cuando tenía tres años. Durante su minoría de edad se sucedieron dos regencias; la de su madre **María Cristina de Borbón Dos Sicilias** (1806-1878), hasta 1840 y la del general **Joaquín Baldomero Fernández-Espartero y Álvarez de Toro** (1793-1879), hasta 1843. La regencia de su madre estuvo marcada por la I Guerra carlista y cuando alcanza la mayoría de edad a los catorce años comienza un tumultuoso reinado que termina con una revolución llamada la Gloriosa y su destierro a Francia en 1868.

Cerca de 60 gobiernos se sucedieron en 32 años de reinado, indicando la patente fragilidad política de la nación, que terminaron con la anteriormente citada revolución iniciada por la Armada en la bahía de Cádiz.

La reina **Isabel II** abdicó en favor de su hijo **Alfonso XII de Borbón y Borbón** (1857-1885) en 1870, pero grupos en el gobierno apoyaron como rey de España a don **Amadeo de Saboya** (1845-1890), miembro de la familia real italiana. **Amadeo I** era hijo de **Víctor Manuel II Saboya Habsburgo** (1820-1878), Rey de Piamonte-Cerdeña, de la Casa de Saboya, y de **María Adelaida de Austria**, bisnieta de **Carlos III**.

Amadeo I tuvo serias dificultades para gobernar debido a la inestabilidad política española. Hubo seis gobiernos en los dos años que duró su reinado, ante las complicaciones de la política española y completamente harto dimitió al mediodía del 11 de febrero de 1873, marchándose de Madrid inmediatamente. Ese mismo día se proclamó la Primera República Española (1873-1874).

La República fue gobernada en sus once meses de vigencia por cuatro presidentes distintos: **Estanislao Figueras y Moragas** (1819-1882), **Francisco Pi y Margall** (1824-1901), **Nicolás Salmerón Alonso** (1838-1908) y **Emilio Castelar y Ripoll** (1832-1899). El período estuvo marcado por tres guerras civiles simultáneas: la Tercera Guerra Carlista, la Sublevación cantonal en la península y la Guerra de los Diez Años en Cuba. Los problemas más graves para la consolidación del régimen fueron la falta de verdaderos republicanos, la división de éstos y la falta de apoyo popular.

La República fue liquidada en el mes de enero por el golpe de Estado del general **Manuel Pavía y Rodríguez de Alburquerque** (1827-1895), y se abrió un período de Gobiernos provisionales, el Sexenio Revolucionario. El 29 de diciembre de 1874 se produjo la restauración de la monarquía al pronunciarse en Sagunto el general **Arsenio Martínez-Campos Antón** (1831-1900), a favor del acceso al trono del príncipe **Alfonso**.

Difícilmente se encontrará un periodo de nuestra Historia tan agitado y sanguinario como éste, pues en los cien años escogidos contamos hasta siete reyes de tres dinastías y una república como formas de gobierno, siete guerras en el territorio nacional, e infinidad de levantamientos, pronunciamientos y golpes de estado que dejaron un país empobrecido y enfrentado.

Ante estos datos resulta muy difícil pensar como funcionaron las instituciones, las universidades y en nuestro ámbito los balnearios teniendo en cuenta los problemas de transporte que se agravaban con la presencia de facciones y partidas de bandoleros en los destrozados caminos.

Aun en estas circunstancias fueron muchos los viajeros que nos visitaron por los más variados motivos y que dejaron noticias de primera mano de la situación, por ellos conocemos como las Instituciones sobrevivían a duras penas ante tan descomunal desastre y hay que agradecer que en medio de tanto caos surgieran personajes que brillaron en el panorama científico.

De una encuesta realizada por **Ana Ormaechea** elegimos las opiniones de 20 expertos, profesores universitarios de historia, escritores, psicólogos, geógrafos y juristas reunidas en un trabajo titulado “Las 50 fechas de España, desde la fundación de Cádiz en el verano de 1100 a.C. hasta el terrible atentado del 11 de marzo de 2004 en Madrid”. (3)

De las cincuenta fechas que los encuestados consideran importantes para el desarrollo de nuestro país, ocho se encuentran comprendidas en el periodo de este trabajo y son las que reunimos en la tabla siguiente.

FECHA	EPISODIO	ENCUESTADO
1808, 9 de febrero	Primeras tropas de Napoleón en España. <i>Fecha seminal de la Constitución de 1812 y de las independencias americanas</i>	Guillermo Fatás
1808, 2 de mayo	Guerra de la Independencia. <i>Triunfa el proceso de construcción de la nación española</i>	Fernando García de Cortázar
1812, 19 de marzo	Constitución de 1812. <i>Referencia para el futuro de la democracia liberal</i>	Françes de Carreras
1814, 4 de mayo	Restablecimiento de la monarquía absoluta. <i>Fernando VII, una vez más, monarca absolutista.</i>	Juan Eslava Galán
1868, 19 de septiembre	La revolución llamada Gloriosa. <i>Periodo ilusionante que choca con la realidad.</i>	Miguel Molinero Polo
1870, 27 de diciembre	Asesinato del general Prim . <i>Se destruye la viabilidad de la revolución de 1868</i>	Antonio Muñoz Molina
1876, 16 de agosto	Institución Libre de Enseñanza. <i>El espíritu racional y científico penetran definitivamente en España</i>	Françes de Carreras
1883	Primeras bombillas eléctricas. <i>La noche ya no es lo que era en España</i>	Ramón Núñez

He incluido el nombre del encuestado, pues así conocemos mejor su pensamiento y situación profesional, dejando también en letra cursiva su explicación del porqué elige la fecha. Es notoria la relación con la historia social de la mayoría de los autores y esto explica que sólo una fecha se dedica a un tema técnico, la luz eléctrica, que sin negar su importancia, no se incluye tampoco en las fechas importantes recogidas en el resumen de la Historia española.

Como conclusión a este capítulo cabe una pregunta: ¿Qué carácter tuvo la vieja España para sobrevivir a este período demoledor?

V

La Ciencia en el Mundo

Como decía en la introducción cuando se intenta escribir sobre algún tema nos damos cuenta de lo limitado de nuestros conocimientos, en este caso el concepto de Ciencia que nos parece tan familiar, está poco definido incluso para los que nos relacionamos a diario con ella, aunque sea de manera muy modesta.

Nos tranquiliza, después de repasar mucha bibliografía, vemos que no somos los únicos que nos encontramos en esta situación y que historiadores de la Ciencia tan solventes como **Carlos Solís** y **Manuel Selles**, escriban en su libro refiriéndose a este tema: *“la dificultad reside sobre todo en el carácter cambiante de la empresa, lo que impide ofrecer de entrada una caracterización precisa de lo que se entiende por ciencia. A lo largo de los siglos, el esfuerzo por comprender y controlar el mundo, que por comodidad llamamos ciencia ha cambiado radicalmente de carácter como actividad humana y como actividad social”*. (233)

En esta línea intentemos primero definir que se entiende por Ciencia, de manera general el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española nos dice que es el *“Conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas”* y también el *“Cuerpo de doctrina metódicamente formado y ordenado que constituye un ramo particular del saber humano”*.

Un diccionario técnico moderno define la Ciencia como: *“Rama del estudio en la que los hechos se observan y clasifican, y en la que corrientemente las leyes cuantitativas se formulan y verifican; comprende la aplicación de razonamientos matemáticos y análisis de datos de los fenómenos naturales”*. (97)

Según **Charles Lincoln Van Doren** en su “Breve historia del saber”: *“La Ciencia es una actividad humana que se caracteriza por tres cosas: la práctica gente especial que posee una determinada visión del mundo, trata casi exclusivamente de cosas, no de ideas ni de sentimientos, se relaciona con el mundo exterior y sus mecanismos, no con estados interiores y sus causas, y finalmente, hace las cosas de un modo especial, utilizando para comunicar sus resultados un lenguaje exclusivo y único, los experimentos”*. (246)

Esa gente especial son los llamados científicos, término introducido por el educador, filósofo y cultivador de de diversas ciencias; **William Whewell** (1794-1866) en su obra “The Philosophy of the Inductive Sciences”; cuando se iniciaba la profesionalización de la actividad científica, una de cuyas consecuencias fue la especialización; el centrarse en un área determinada de una disciplina científica concreta. (228)

Hay que considerar que fue en el siglo XIX, prácticamente el período que abarca la mayoría del tiempo escogido en este trabajo, cuando la antigua expresión, *filósofo de la naturaleza*, se hizo menos apropiada y el científico se emancipó del filósofo, especializándose como matemático, físico, químico, medico, geólogo o farmacéutico.

Siguiendo el texto de **Van Doren** “*Los científicos tratan de ser objetivos y de no manifestar emociones ni sentimientos, no permiten que sus emociones interfieran en su observación de las cosas reales o, según su terminología, en los hechos. A menudo trabajan en laboratorios o en otras áreas en las que pueden controlar cuidadosamente lo que hacen. Idealmente son también honestos y humildes. Siempre intentan publicar sus descubrimientos para que otros científicos puedan comprobarlos y utilizarlos en sus propias investigaciones. No afirman más de lo que pueden probar y muchas veces ni siquiera eso*”.

“*Están muy orgullosos de su vocación y prefieren hablar con otros científicos antes que con cualquier otra persona y, muy especialmente, antes que hablar con poetas, frente a los que tienden a sentirse incómodos y menospreciados, por supuesto, los poetas sienten exactamente lo mismo cuando hablan con científicos*”. (246)

En la época en que centramos este trabajo, **Augusto Comte** (1798 -1857) admitía seis ciencias fundamentales: Matemáticas, Astronomía, Física, Química, Biología y Sociología y una séptima final o suprema: la Moral. “*Estas ciencias forman una serie lineal, reveladora del orden de la evolución, ya que una Ciencia simple, abstracta e independiente debe venir antes de la que es relativamente más especial, compleja y dependiente*”. (239)

La idea de una serie lineal en las ciencias se considera hoy errónea, pero una clasificación coetánea con los personajes de nuestro trabajo, como la de **Comte** nos parece muy interesante para intentar comprender la realidad de los trabajos de los científicos del momento.

En el siglo XVIII, tuvieron lugar profundos cambios de diverso orden en los países europeos, en el ámbito de la cultura fue la época de la Ilustración, caracteri-

zada por la primacía concedida a la razón y por la atención dedicada a la ciencia y a la técnica; también por la afirmación del derecho a la libertad y por el rechazo de una explicación providencialista de la historia. (178)

Los historiadores suelen denominar Ilustración al período que sigue al renacimiento, la característica básica de este período era la creencia en la superioridad de la razón sobre la superstición. (127)

Un apunte muy interesante lo hace el profesor **Sánchez Ron**, al hablar de la relación entre ciencia y tecnología, no es cierto que de manera general primero sea la ciencia básica y luego la aplicación, un claro ejemplo es la máquina de vapor de **James Watt** funcionando en 1769 antes que **Sadi Carnot** (1796-1832) estableciera sus principios termodinámicos en 1824. (229)

Las fechas de nuestro trabajo incluyen los últimos años de la Ilustración y ésta no fue un fenómeno unitario, ya que hubo diferencias nacionales, regionales y confesionales, fue fundamental la implicación de los gobiernos y monarcas de la época con el mecenazgo de actividades científicas y técnicas, con la idea de que el conocimiento científico era necesario para la mejora de las industrias, la agricultura, la salud y el bienestar.

La organización de la actividad científica corrió a cargo de las sociedades científicas surgidas según el modelo de la Royal Society inglesa y la Académie des Sciences de Paris. En 1789 se habían formado en Europa unas setentas sociedades científicas oficiales y otras muchas privadas.

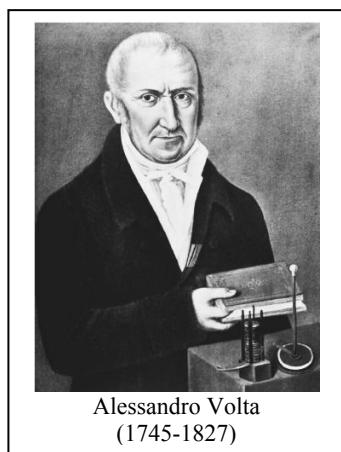
Es de justicia señalar que en estos años se produjo la expansión de los jardines botánicos, que gozaron del apoyo estatal, adquiriendo sus cuadros científicos una mayor profesionalización. Llegaron a existir unos 600 jardines botánicos principalmente en Francia, España, Gran Bretaña y Holanda, que no sólo actuaron como centros de enseñanza sino que fomentaron la preparación de formidables expediciones a territorios lejanos en busca de nuevas especies.

Otro pilar de la ciencia en el siglo XVIII lo fueron los observatorios astronómicos de los llegaron a existir 130 en todo el mundo. Las universidades y colegios universitarios mantenían todavía su carácter medieval dedicados a la formación de los alumnos sin constituir centros de investigación, y junto a ellos surgieron centros alternativos de enseñanza para oficiales de la armada y el ejercito, topógrafos, ingenieros, arquitectos, artistas....

Un cambio sustancial vino a ser la Revolución Francesa, el año 1789 fue considerado el punto de partida de un cambio social irreversible con repercusión en

todo el mundo, la Ciencia no fue ajena a esta revolución apareciendo importantes cambios

No es nuestra intención realizar un repaso exhaustivo de los acontecimientos relacionados con la ciencia que ocurrieron durante estos cien años, pero si resumir la situación general de manera que se pueda entender mejor la posición y el desarrollo de la química en ese mismo periodo.



En la “Historia de la Ciencia” de **Javier Ordóñez** y otros (178) se incluye una tabla cronológica, que hemos completado con las de otros autores, que puede servirnos de guía para establecer los hitos más importantes que ocurrieron en este periodo de tiempo en que se centra nuestro trabajo. (40), (215), (225).

Muchas de estas fechas corresponden con las de publicación de las obras y las lecturas en las academias de los trabajos de los científicos, pues estas eran las formas más usuales de comunicar los nuevos descubrimientos y teorías, aunque las dificultades de las ediciones y los retrasos en las publicaciones llegaron a producir ciertas controversias e incluso apropiaciones de conocimientos.

1783. **Lazare Nicolás Carnot**, ingeniero militar francés (1753-1823), publicó su “*Essai sur les machines en general*”.

1783. **Joseph Priestley**, químico inglés, dio a conocer la síntesis del agua realizada por el también químico inglés **Henry Cavendish**.

1783. **Joseph Michel Montgolfier** (1740-1810), y **Jacques Etienne Montgolfier** (1745-1799), realizan el primer vuelo libre tripulado de un globo diseñado por ellos. (231)

1784. **Charles Auguste Coulomb**, físico francés (1736-1806), aplicó leyes cuantitativas a la electricidad estática y magnetismo.

1787. Los químicos franceses, **Antoine Laurent Lavosier**, **Louis Bernard Guyton de Morveau**, **Claude Louis Berthollet** y **Antoine François Fourcroy** (1755-1809), publicaron el *Méthode de nomenclature chimique*.

1788. **Joseph Louis Lagrange**, matemático francés (1736-1813), publicó “Mécanique analytique”, aplicando su método de cálculo de las variaciones.

1789. Se publican los “Annales de chimie” primera revista de química.

1789. **Antoine Laurent Lavoisier**, químico francés (1743-1794) publicó su “Traité Elementaire de Chimie”.

1794. Se crea en París la École Polytechnique para formar ingenieros militares.

1795. La Asamblea francesa siguiendo las recomendaciones de la Academia de Ciencias estableció el metro como unidad de longitud.

1796. **Pierre Simon Laplace**, astrónomo francés publicó su “Exposition du système du monde”.

1797. **Robert Fulton**, inventor norteamericano (1765-1815), construyó el *Clermont*, primer buque a vapor, que no interesó a **Napoleón Bonaparte**.

1799. **Benjamín Thomson, Conde Rumford**, físico norteamericano (1735-1814), fundó la Royal Institution, para la difusión de la Ciencia.

1800. **Alessandro Volta**, físico italiano, presentó la pila eléctrica.

1801. **William Herschel**, astrónomo anglo germánico (1738-1822), descubrió la radiación infrarroja. El término infrarrojo surgió 75 años después. (232)

1802. **Thomas Young**, físico inglés (1773-1829), expuso la naturaleza ondulatoria de la luz en “On the theory of light and colours”.

1803. **Jöns Jacob Berzelius**, químico sueco (1779-1848) publicó su “Textbook of Chemistry”.

1805. **Joseph Marie Jacquard**, mecánico francés (1752-1834), inventó el telar automatizado con tarjetas perforadas.

1808. **John Dalton**, químico inglés (1766-1844) publicó su “A New System of Chemical Philosophy”, exponiendo su teoría atómica.

1811. **Amadeo Avogadro**, físico italiano (1776-1856) estableció el número que lleva su nombre.

1814. **Joseph von Fraunhofer**, físico alemán (1787-1826), estudió el espectro de la luz del sol.

1820. **Hans Christian Oersted**, físico danés (1777-1851) demostró que la electricidad genera campos magnéticos.

1821. **Agustín Cauchy**, matemático francés (1789-1857) publicó su “Cours d’analyse”, esencial para el cálculo diferencial e integral.

1822. **Joseph Fourier**, matemático francés (1768-1830), publicó su “Théorie analytique de la chaleur”.

1824. **Nicolás Léonard Sadi Carnot**, físico francés, publicó su “Réflexions sur la puissance motive du feu”. (260)

1825. **George Stephenson**, inventor inglés (1781-1848), puso en marcha el primer ferrocarril con locomotora a vapor.

1827. **Georg Simon Ohm**, físico alemán (1787-1854), publicó la Ley sobre la resistencia eléctrica.

1828. **Friedrich Wöhler**, químico alemán (1800-1882), sintetizó la urea partiendo del cianato amónico.

1830. **Charles Lyell**, geólogo escocés (1797-1875), publicó su “Principles of Geology”.

1831. **Michael Faraday**, físico inglés (1791-1867), construyó la primera dinamo.

1832. **Évariste Galois**, matemático francés (1811-1832), describió la teoría de grupos. (216)

1833. **Johann Karl Friedrich Gauss**, matemático alemán (1777-1855), inventó el telégrafo eléctrico. (235)

1838. **Samuel Finley Morse**, inventor norteamericano (1791-1872), patentó su código de trasmisión.

1839. **Michael Faraday** físico inglés (1791-1867), publicó su “Experimental Research in Electricity”.

1839. **Louis Jacques Mandé Daguerre**, inventor francés (1789-1851), publicó su “Historique et description des procedes du daguerréotype et diorama”.

1840. **Horace Wells**, odontólogo estadounidense (1815-1848), utilizó óxido nítroso como anestésico.

1847. **Hermann von Helmholtz**, físico alemán (1821-1894), publicó el principio de la conservación de la energía en su obra “Sobre la conservación de la fuerza”. (89)

1849. **John Show**, medico inglés (1813-1858), publicó “On the Mode of Communication of Cholera”.

1849. **James Joule**, físico inglés (1818-1889), leyó ante la Royal Society su informe sobre la conversión de trabajo en calor,

1851. **León Foucault**, físico francés (1819-1868), demostró con su péndulo la rotación de la Tierra. (240)

1852. **William Thomson, lord Kelvin**, físico suizo, escribió las bases de la Termodinámica.

1858. **Stanislao Cannizzaro**, químico italiano (1826-1910), describió la diferencia entre átomos y moléculas.

1859. **Charles Darwin**, naturalista inglés (1809-1882), publicó “El Origen de las especies”.

1860. **Robert Bunsen**, químico alemán (1811-1899), y **Gustav Kirchhoff**, físico alemán (1824-1887), publicaron las bases de la espectroscopía.

1862. **Louis Pasteur**, químico francés (1822-1885), publicó su “Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l’atmosphère”.

1865. **Gregor Mendel**, botánico austriaco (1822-1884), publicó sus “Experimentos sobre la hibridación de las plantas”.

1867. **Alfred Nobel**, inventor sueco (1833-1896), inventó la dinamita.

1869. **Dimitri Mendeléev**, químico ruso, publicó su informe “Sobre la relación entre las propiedades de los elementos y sus pesos atómicos”.

1872. **Olivier Heaviside**, físico inglés (1850-1925), publicó su “Electromagnetic Theory”. (176)

1873. **James Clerk Maxwell**, físico escocés (1831-1879) publicó su “Treatise on Electricity and Magnetism”.

1876. **Graham Bell**, inventor escocés presentó la patente del teléfono.

1882. **Hermann Robert Koch**, bacteriólogo alemán (1843-1910), descubrió el bacilo de la tuberculosis.

1883. **Georg Cantor**, matemático alemán (1845-1918), publicó sus “Fundamentos para una teoría general de conjuntos”.

1884. **Svante Arrhenius**, químico sueco, leyó su Trabajo de Tesis sobre los iones en solución”.

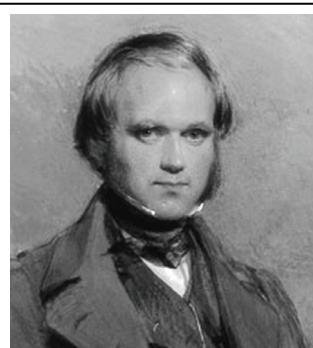
1884. **Ferdinand von Zeppelin**, inventor alemán (1938-1917), construyó el primer dirigible.

1885. **Wilhelm Ostwald**, químico-físico alemán, publicó su “Tratado de química general”, base de la química física.

1885. **Gottlib Daimler** inventor alemán (1834-1900) y **Carl Friedric Benz**, ingeniero alemán (1844-1929), construyeron los primeros automóviles.

En esta relación encontramos quince científicos que podemos encuadrar en la categoría de químicos, esto indica la importancia de esta rama de la Ciencia en aquellos momentos, en que liberada de viejas trabas, tomaba carta de naturaleza

propia y ponía a disposición de otras ciencias unos medios y conocimientos que ayudaron a su desarrollo.



Charles Darwin
(1809-1882)

Quedan claros en esta sinopsis los primeros, pero seguros, pasos de muchas hipótesis y descubrimientos, que fueron plasmados en publicaciones, comunicaciones y patentes, que modificaron de manera muy importante la vida de la humanidad. Nos entristece comprobar que ningún español tiene cabida en esta relación, al hablar de la Ciencia en España intentaremos encontrar el motivo de esta sequía intelectual en nuestro país.

La conocida revista de divulgación “Muy Historia” en su número 23 del año 2009 incluye un artículo de **Abraham Alonso y Luis Otero** titulado “150 días que cambiaron el mundo, desde la fundación de Roma hasta la toma de posesión de Barak Obama como presidente de los EE UU”, Los autores destacan las fechas que a su juicio han marcado a la Humanidad con hitos de carácter científico, bélico, cultural, económico o político. (3)

De esos 150 días claves hay 36 de ellos situados entre los años 1784 y 1884, y sólo en 12 de ellos consideran que ocurrieron hechos relevantes relacionados directamente con alguna parcela de la ciencia y la tecnología.

Para estos autores los momentos escogidos son:

FECHA	CIENTIFICO	HECHO
1796 14 de mayo	Edward Jenner (1749-1823)	Logró inocular la vacuna de la viruela, desde una ordeñadora a un niño, comenzó la era de la vacunación.
1800 20 de marzo	Alessandro Volta	Produjo electricidad con una pila de discos de zinc y plata separados por cartones impregnados en salmuera.
1826 12 de junio	Joseph Niépce (1765-1833)	Consiguió tras ocho horas de exposición la primera fotografía utilizando como soporte una placa recubierta con Betún de Judea
1842 30 de marzo	Crawford Williamson Long (1815-1878)	Utilizó éter, por primera vez como anestesia, para extirpar de forma indolora un quiste cervical.

FECHA	CIENTIFICO	HECHO
1844 24 de mayo	Samuel Morse	Envió el primer mensaje a larga distancia a través del telégrafo entre Washington y Baltimore.
1847 16 de mayo	Ignaz Semmelweis (1818-1865)	Propuso reforzar la higiene de los médicos de la sala de partos lavándose las manos con agua clorada.
1859 24 noviembre	Charles Darwin	Ve la luz la obra “El Origen de las especies” que establecía los principios de la selección natural.
1865 8 de febrero	Gregor Mendel	Presentó ante la Sociedad de Historia Natural de Brno, su obra sobre la hibridación de las plantas, base de la genética.
1868 23 de Junio	Cristofer Latham (1819-1890)	Recibió la patente de su máquina de escribir. Revolucionando el trabajo profesional.
1869, 6 de marzo	Dimitri Mendeléev	Presenta ante la Sociedad Química de Rusia su Tabla Periódica de los Elementos, clasificados según sus masas atómicas.
1876 10 de marzo	Alexander Graham Bell	Realizó la primera llamada telefónica, mediante un dispositivo electromagnético que convertía impulsos eléctricos en sonido.
1879 21 de octubre	Tomás Alba Edison (1847-1931)	Hizo funcionar durante 48 horas seguidas una bombilla eléctrica de filamento de bambú.

Sólo en cinco ocasiones coinciden los historiadores de la Ciencia y los divulgadores en los personajes escogidos, estos son **Alejandro Volta**, **Charles Darwin**, **Gregor Mendel**, **Dimitri Mendeléev** y **Alexander Graham Bell**, un físico, un naturalista, un botánico, un químico y un inventor, situación que no debe extrañarnos pues cada grupo de autores se inclina hacia su parcela, quedando de manifiesto la preocupación por las aplicaciones técnicas relacionadas con la comunicación por parte de los periodistas y el fundamento científico de los descubrimientos por parte del profesor **Javier Ordóñez** y sus colaboradores. También en este caso ninguno de los personajes incluidos en esta otra tabla era español.

Como hemos dicho el desarrollo de la Ciencia se apoyaba en ciertas instituciones y actividades que contribuían a formar personas capaces de crear y aplicar sus conocimientos incluso lejos del viejo continente, buscando y encontrando nuevas especies e incluso el origen de la nuestra.

Una de las instituciones más importantes para la Ciencia fue la creación en 1794 de la École Polytechnique de París para formar ingenieros militares. En los primeros 35 años de existencia pasaron por esta institución destacadas figuras de la química, la física y las matemáticas entre los que figuran; **Joseph Louis Lagrange**, **Jean Baptiste Joseph Fourier**, **Claude Louis Berthollet**, **André Marie Ampère** (1775-1836), **Pierre Louis Dulong** (1785-1838), **Agustin Louis Cauchy**, **Charles Bernard Desormes** (1771-1862), **Nicolas Climent Desormes** (1779-1841), **Gaspar Gustave de Coriolis** (1792-1843), **Siméon Denis Poisson** (1781-1840), **Joseph Louis Gay Lussac** (1778-1850), **Augustin Jean Fresnel** (1788-1827), **Jean Baptiste Biot** (1774-1862), **Jean Louis Marie Poiseuille** (1799-1869), **Benoit Paul Clapeyron** (1799-1864) y **Nicolas Sadi Carnot**.



Gregor Mendel
(1822-1884)

El trabajo de esta pléyade de científicos contribuyó a desarrollar la creencia en que todos aspectos del mundo físico podían entenderse a la luz de la razón, siempre que se hiciera el esfuerzo suficiente para aplicar el método científico sustentado en la experimentación. (260)

Otra de las actividades más usuales de los científicos de la época era el estudio de la Historia Natural de las tierras allende de los mares que como colonias entraban a formar parte de los principales países europeos, fueron las que se llamaron expediciones lejanas o casi mejor los viajeros científicos.

El procedimiento consistía en preparar una expedición a las tierras americanas, australianas, asiáticas e incluso africanas con el motivo de descubrir nuevas rutas de navegación, cartografiar las costas y buscar puertos seguros. A estas expediciones se les agregaban naturalistas, con la misión de recopilar información de todo tipo, antropológica, botánica y mineralógica, y también pintores y dibujantes para conservar gráficamente lo más interesante de los descubrimientos.

La primera parte del trabajo quedaba en manos de los marinos que en aquellas fechas recibían una esmerada educación en sus escuelas y que no sólo se dedicaban a esta labor sino que fueron en muchos casos el alma de las expediciones que se

conocen por el nombre, bien, de los capitanes, bien, de los barcos que constituían la flota.

Al éxito de estas expediciones contribuyó sin duda el empleo de embarcaciones diseñadas para estos trabajos como fueron las fragatas y corbetas, más pequeñas que los grandes navíos de línea y más grandes que los sencillos brick. Eran más rápidas que el antiguo navío, pero más lentas que los navíos mercantes que recibían el nombre de clíper y que no montaban una pesada artillería.

Las colecciones de minerales, animales disecados, herbarios, así como textos de marinos y científicos, como diríamos hoy utilizando el léxico de nuestros barcos oceanográficos, corrieron verdaderas aventuras hasta llegar a su destino y las publicaciones surgidas de estos trabajos causaron una verdadera revolución en la ciencia y en el pensamiento de la humanidad.

BARCOS Y COMANDANTES	AÑO	DESTINO	CIENTÍFICOS
<i>La Boussole</i> y <i>L'Astro-labe</i> Jean-François de La Pérouse (1741-1788) Paul Antoine Marie Fleuriot de Langle (1744-1787)	1785 1788	Circumnavegación	Paul Mérault Monneron. (1748 - 1788) Robert de Lamanon (1752 -1787) Jean André Mongez (1751-1788)
<i>Slava Rossy</i> Joseph Billings (1758-1806)	1785 1794	Descubrir el paso del Noroeste.	Carl Heinrich Merck. Carl Krebs Gavriil Sarytchev Michael Robeck Peter Allegretti
<i>Descubierta</i> y <i>Atrevida</i> Alessandro Malaspina (1754 -1810) José de Bustamante y Guerra (1759-1825)	1789 1794	Explorar las costas de las posesiones españolas en América.	Antonio Pineda Ramírez Thaddäus Haenke Luis Née Tomas de Suria José del Pozo José Guío

BARCOS Y COMANDANTES	AÑO	DESTINO	CIENTÍFICOS
<i>La Recherche y L'Espérance</i> Antoine Bruny d'Entrecasteaux (1739-1792) Jean Michel Huon de Kermadec (1748-1793)	1791 1794	Búsqueda de los restos de la expedición de Jean-François de La Pérouse. Reconocer las costas de Tasmania y de Australia.	Jacques Julien Houtou de La Billardière Claude Antoine Gaspard Riche Jean Blavier Louis Ventenat Louis Auguste Deschamps Charles-François Beaufort Felix De Lahaye
<i>Le Géographe y Le Naturaliste</i> Nicolas Thomas Baudin (1754 -1803) Jacques Félix Emmanuel Hamelin (1768-1839)	1800 1804	Cartografiar las costas de Australia y de Nueva Guinea.	Pierre François Keraudren Jean Baptiste Leschenault de la Tour René Maugé de Cely Stanislas Levillain François Péron Jean-Baptiste Bory de Saint-Vincent Désiré Dumont André Michaux Charles- Lesueur Nicolas-Martin Petit Pierre-François Bernier Frédéric de Bissy (1768-1834) Charles-Pierre Boullanger Louis Depuch Joseph Charles Bailly (1777-1844)
<i>Esperanza y Neva</i> Johann Adam von Kruzenstern (1770 -1846) Yuri Fyodorovich Lissiansk. (1773-1837)	1803 1806	Mejorar las comunicaciones con las posesiones rusas en América.	Georg Heinrich von Langsdorff Wilhelm Gottlieb von Tilesius von Tilenau

BARCOS Y COMANDANTES	AÑO	DESTINO	CIENTÍFICOS
<i>La Coquille</i> Louis Isidore Duperrey (1786-1865)	1822 1825	Estudios en América del Sur y el Pacífico.	René Primevère Lesson Prosper Garnot Charles Hector Jacquinot Jacques Arago (16) (1790-1855) Victor Charles Lottin Jules Dumont d'Urville
<i>L'Astrolabe</i> Antiguo <i>Coquille</i> rebautizado en homenaje a su desgraciado antecesor Jules Dumont d'Urville (1790-1842)	1826 1829	Búsqueda de restos de la expedición de Jean-François de La Pérouse Reconocimiento de las costas de Australia y Nueva Zelanda, islas Fidji y Lealtad.	Joseph Paul Gaimard Jean René Constant Quoy Pierre Adolphe Lesson
<i>Senyavin</i> Fjodor Petrowitsch Lütke (1797-1812)	1826 1829	Vuelta al mundo. Se recogió una gran colección de elementos de historia natural.	Franz Carl Mertens Heinrich von Kittlitz Alexander Postels
<i>Beagle</i> Robert Fitz Roy (1805 -1865)	1831 1836	Viaje alrededor del mundo explorando las costas de la Patagonia y, Tierra de Fuego.	Benjamin Bynoe (1804-1865) Charles Darwin

BARCOS Y COMANDANTES	AÑO	DESTINO	CIENTÍFICOS
<i>L'Astrolabe</i> y <i>La Zélée</i> Jules Dumont d'Urville Charles Hector Jacquinot (1796-1879)	1837 1840	Exploración de las costas de la Antártida, descubrimiento de la Tierra de Adelaida.	Jacques Bernard Hombron Louis Le Breton Honoré Jacquinot Élie Jean François Le Guillou Pierre Marie Alexandre Dumoutier Ernest Goupil Clément Vincendon Du-moulin (1811-1858)
<i>Erebus</i> y <i>Terror</i> James Clark Ross (1800-1862) Francis Crozier (1796-1848 ?)	1839 1843	Viaje patrocinado por Royal Society, para descubrir los polos magnéticos y geográficos del Ártico.	Robert McCormick Joseph Hooker John Robertson David Lyall
<i>Novara</i> Bernhard Freiherr von Wüllerstorf-Urbair (1816-1883)	1857 1860	Expedición organizado por el Emperador Austriaco. Recorrió las Filipinas, Australia y Nueva Zelanda.	Ferdinand von Hochstetter Georg von Frauenfeld Johann Zelebor (1819-1869)
<i>Magenta</i> Vittorio Arminjon (1830-1897)	1865 1868	Viaje organizado por Italia, alrededor del mundo.	Filippo De Filippi Enrico Hillyer Giglioli
<i>Challenger</i> George Strong Nares (1831-1915)	1873 1876	Vuelta al mundo organizada por la Royal Society en colaboración con la universidad de Edimburgo.	Charles Wyville Thomson (1830-1882) Henry Nottidge Moseley Rudolph von Willemoes-Suhm (1847-1875) John Young Buchanan (1844-1925) John Murray

BARCOS Y COMANDANTES	AÑO	DESTINO	CIENTÍFICOS
<i>Alert</i> y <i>Discovery</i> George Strong Nares	1875 1876	Expedición británica en búsqueda del Polo Norte geográfico y magnético.	Richard William Coppinger Edward Lawton Moss Henry Chichester Hart (1847-1908) Henry Fielden
<i>Cabo de Hornos</i> Giacomo Bove (1852-1887)	1881 1882	Mares del Sur e Isla de los Estados.	Doménico Lovisato Decio Vicinguerra Carlos Spegazzini Giovanni Roncagli

En este cuadro tabla hemos resumido algunas de las más importantes expediciones protagonizadas por marinos y científicos de casi todos los países más adelantados científicamente en aquel entonces.



Jules Dumont d'Urville
(1790-1842)

Merece la pena destacar tres nombres **Alejandro Malaspina**, del que ampliaremos su biografía al hablar de la Ciencia en España, **Jules Dumont d'Urville** y **Sir James Clark Ross**.

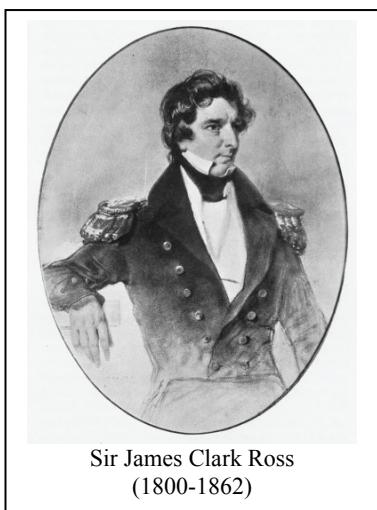
Jules Dumont d'Urville propuso al Ministerio de marina en Mayo de 1825, un viaje alrededor del mundo. Aprobado su plan, partió en 1826 con la corbeta *Astrolabe*. Con este muy frágil barco, se internó en el Océano Austral y llegó a Vanikoro en 1828, cuarenta años después del naufragio de La Pérouse encontrando restos de los barcos de aquella expedición.

Después pasó por las islas Carolinas. Las Malucas y Las Célebes y haciendo escala en Santa Elena volvió a Marsella después de navegar 25000 leguas y habiendo recogido 1600 plantas y 900 muestras de rocas. Publicó un libro titulado “*Voyage pittoresque autour du Monde*”.

Realizó un segundo viaje de exploración con el *Astrolabe* y el *Zélis* desde 1837 a 1840, en este caso logró pasar el Círculo Polar alcanzando una tierra con montañas cubiertas de nieve, que llamó Adélie en honor de su mujer. Tierra Adelia tiene un breve litoral de solo 297 km y se extiende 1996 km en dirección al polo sur alcanzando los 2500 m de altitud en el interior.

En 1842 **Jules Dumont d'Urville** murió en accidente del ferrocarril que cubría el trayecto de París a Versalles. En su honor se dio su nombre a la primera estación de investigación científica establecida en la Antártida en 1910, muy cerca del Polo sur Magnético. (46)

James Clark Ross era sobrino de **John Ross** (1777-1856) y fue enviado por el Almirantazgo británico a Kerguelen para realizar observaciones sobre el magnetismo terrestre. Después pasó por Tasmania y franqueó el Circulo Polar encontrando un volcán colosal al que dio el nombre de su barco, *Erebus*, aunque una barrera de hielo inmensa le impidió reconocerlo.



Sir James Clark Ross
(1800-1862)

En su honor se ha dado su nombre a la barrera de hielo que limitó su descenso, también al banco de hielo en que se continúa hacia el Polo y al mar que la rodea. En la isla de Ross se encuentra la estación estadounidense de McMurdo única en la Antártida que puede equipararse a una pequeña ciudad por sus instalaciones. (46)

Como vemos en la tabla anterior fueron muchas más las expediciones realizadas y entre los muchos científicos agregados a los viajes aparecen nombres tan importantes como **Charles Darwin** cuyas experiencias y datos recogidos en su periplo cristalizaron en una teoría que revolucionó la sociedad y que hoy todavía es motivo de controversia, aunque está generalmente aceptada. (81)

Coincidiendo con el aniversario de la publicación del descubrimiento de **Darwin** el premio Nobel de Química de 2009 lo ha ganado **Ada Yonath**, la cuarta mujer que lo alcanza en toda la historia de los premios. Esta química, nacida en Jerusalén en 1939, atacó una posible paradoja: buscar vida en el Mar Muerto. Estudió el *geobacillus stearothermophilus*, un microorganismo que devora los peces que llegan del río Jordán y que sobrevive en condiciones de extrema salinidad.

Ella ha llevado la teoría de la selección natural de **Darwin**, al mismo tiempo a su máxima, por la selección radical, y a su mínima expresión, por el tamaño, pues estos microorganismos toleran la cristalización de la propia sal tras la evaporación del agua

En la época de **Darwin** la confusión científico religiosa imperante, debido a la profunda penetración en las conciencias de ciertas ideas ancestrales, que los científicos

ficos trataron de explicar desde diferentes posiciones, dio lugar a duras controversias entre importantes figuras del conocimiento.

Es el caso del enfrentamiento entre **William Thomson, lord Kelvin** y **Charles Darwin**, cuando en 1866 el primero calculó en función del calor perdido por la Tierra que esta tendría entre cien y cuatrocientos millones de años de antigüedad, demasiado joven para ser escenario de una evolución mediante selección natural desarrollada por las modificaciones lentas y graduales que preconizaba el segundo.

Seguramente ambos habían realizado bien su trabajo pero cuando hizo sus cálculos el fisicoquímico **lord Kelvin** no conocía que la Tierra también genera calor de origen radiactivo y hoy sabemos que nuestro planeta tiene unos 4600 millones de años de edad, de ellos unos 4000 millones con presencia de agua en su composición, tiempo y sustancia necesarios para posibilitar la hipótesis de **Charles Darwin**.

Las fechas escogidas para encuadrar este trabajo son tiempos de revoluciones políticas y sociales, no fue la Ciencia ajena a este comportamiento y fueron varios los científicos que consideraron en vida que su obra constituía una verdadera revolución. **Bernard Cohen** en su exhaustivo libro “La revolución en la ciencia”, (74), dice que: *después de quince años de investigación sólo ha encontrado poco más de una docena y estos son en orden cronológico los siguientes:*

Robert Symmer. Físico. (1707-1763). En 1759 demostró experimentalmente ante la Royal Society la vieja teoría de los dos fluidos eléctricos. Al frotar algunos objetos con diversos tejidos se electrizaban, unos como el ámbar, sustancias resinosas, y otros como el vidrio, sustancias vítreas.

Jean Paul Marat. Médico francés. Realizó investigaciones médicas, centrándose en el calor, la luz y la electricidad, sobre los que presentó memorias en la Academia de Ciencias Francesa, aunque no consiguió ser aceptado como miembro, pues los académicos estaban horrorizados por su osadía al disentir con **Isaac Newton** (1643-1727).

Antoine-Laurent de Lavoisier. Químico francés. Se le considera el creador de la química moderna por sus detallados estudios sobre: la oxidación de los cuerpos, el fenómeno de la respiración animal, el análisis del aire, el uso de la balanza para establecer relaciones cuantitativas en las reacciones químicas, su famosa Ley de conservación de la masa, los estudios sobre calorimetría y la demostración final de la composición del agua. Dado que hemos descrito su vida de manera más amplia anteriormente no mencionamos ahora sus publicaciones.

Justus von Liebig. Químico alemán. (Darmstadt 1803-Múnich 1873). Interesado en cuestiones químicas relacionadas con la agricultura, sugirió que las plantas transforman la materia inorgánica de la tierra y de la atmósfera en materia orgánica. Publicó, en 1840, el texto “Química orgánica y su aplicación a la agricultura y a la fisiología” obra fundamental para el posterior desarrollo de dichas cuestiones.

William Rowan Hamilton. Matemático, físico y astrónomo irlandés. (Dublín 1805-1865). Realizó trabajos en el análisis de vectores y en óptica. En el campo de la dinámica, introdujo las funciones de Hamilton, que expresan la suma de las energías cinética y potencial de un sistema dinámico.

Charles Robert Darwin. Biólogo británico. Sentó las bases de la moderna teoría de la evolución, al plantear el concepto de que todos los modos de vida se han desarrollado a través de un lento proceso de selección natural. Recogió su teoría en su libro “El Origen de las Especies”, publicado el 24 de noviembre de 1859 que se agotó el primer día. En 1871 publicó “El Origen del Hombre”. (75). (107), (29)

Rudolf Ludwig Karl Virchow. Médico (Schivelbein, Pomerania 1821-Berlín 1902). Fue pionero del concepto moderno del proceso patológico al presentar su teoría celular, en la que explicaba los efectos de las enfermedades en los órganos y tejidos del cuerpo, enfatizando que *las enfermedades surgen no en los órganos o tejidos en general, sino, de forma primaria en células individuales.*

Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor. Matemático alemán de origen ruso. (San Petersburgo 1845-Halle 1918). Sus trabajos originales sobre Teoría de conjuntos se publicaron en 1873. Atacado por sus adversarios tuvo que ser ingresado en un centro psiquiátrico por depresiones. Despues de su muerte, la importancia de sus descubrimientos matemáticos fue reconocida universalmente, siendo la base de las matemáticas modernas.

Albert Einstein. Físico nacido en Alemania y nacionalizado en Estados Unidos en 1940. (Ulm 1879-Princeton 1955). Durante 1905, publicó cinco trabajos en los “Annalen der Physik”: el primero de ellos le valió el grado de doctor por la Universidad de Zurich. De los cuatro restantes el primero proporcionaba una explicación teórica del movimiento browniano, y el segundo daba una interpretación del efecto fotoeléctrico basada en la hipótesis de que la luz está integrada por fotones, los dos restantes sentaban las bases de la teoría restringida de la relatividad, estableciendo la equivalencia entre la energía de una cierta masa mediante su famosa ecuación

En 1921 se le concedió El Premio Nóbel de Física, por sus trabajos sobre el movimiento browniano y su interpretación del efecto fotoeléctrico.

Hermann Minkowski Matemático alemán (1864-1909). En 1907, expuso la teoría de que los trabajos de **Henryk Antoon Lorentz** (1853-1928) y de **Einstein** podían ser descritos mejor si se consideraba un espacio no euclíadiano, para él, espacio y tiempo constituían un conjunto en cuatro dimensiones.

Max von Laue. Físico alemán (Pfaffendorf 1879-Múnich 1960). Desarrolló un método para medir la longitud de onda de los rayos X, demostrando que eran de naturaleza análoga a los de la luz, pero no visibles, dado que su longitud de onda es muy corta. La innovación consistió en sugerir que el espacio existente entre los átomos de un cristal, regularmente dispuestos, podía utilizarse como red de difracción, lo probó en 1912 con un cristal de sulfuro de cinc.

También investigó en el campo de la teoría de la relatividad, por estos trabajos fue galardonado con el premio Nóbel de Física en 1914.

Alfred Lothar Wegener. Científico interdisciplinario alemán (Berlín 1880-Groenlandia 1930). Desarrolló la teoría de la deriva continental en 1914, mientras se recuperaba en un hospital militar de una lesión sufrida durante la Primera Guerra Mundial. La describió en un libro titulado “El origen de los continentes y los océanos”, publicado en 1915.

Arthur Holly Compton Físico norteamericano (Wooster, Ohio 1892-Berkeley, California 1962). A partir de 1923 estudió experimentalmente la difracción de los rayos X. Estableció una fórmula que relaciona la variación de la longitud de onda con el ángulo de difracción, los resultados de la investigación quedaron recogidos en dos artículos publicados en la “Physical Review”. Fue galardonado con el Premio Nóbel de Física en 1927.

Ernest Everett Just. Biólogo norteamericano (Charleston 1883-Washington, D.C 1941). Fue un pionero en el campo de la biología celular, haciendo grandes contribuciones a la embriología y la citología de los organismos marinos, demostrando en 1925 los efectos carcinogénicos de la radiación ultravioleta en las células. En 1915 recibió la primera Spingarn Medal concedida por la National Association for the Advancement of Colored People por los servicios prestados a su raza.

Benoît B. Mandelbrot. Matemático francés de origen polaco (Varsovia, 1924). En 1958 se trasladó a Estados Unidos, y se integró a International Business Machines (IBM), especializándose en el estudio de procesos con propiedades estadísticas poco usuales y sus características geométricas, lo que luego culminó con sus muy conocidas y admiradas contribuciones a la geometría fractal. Su artículo titulado “How long is the coast of Britain?”, publicado en la revista “Science” en 1967,

puede ser considerado como un momento trascendental para la ciencia y las matemáticas.



Justus von Liebig
(1803-1873)

De estos quince científicos “revolucionarios” siete comunicaron sus descubrimientos dentro del periodo 1784-1884, número muy importante que indica el trascendental periodo para la ciencia que hemos escogido. Con cierto orgullo resaltamos que dos de ellos fueron químicos **Antoine-Laurent de Lavoisier y Justus von Liebig**, y como hemos visto parte de la obra del primero de ellos constituye el punto de arranque de este trabajo.

Llegados a este punto y una vez repasados los trabajos de los científicos de esta época cabe destacar varios aspectos:

- La juventud y el valor de los exploradores que dedicaban una parte importante de sus vidas a realizar arriesgadas expediciones para obtener conocimientos sobre el terreno y luego deducir teorías que en su momento fueron cuanto menos conflictivas.
- La habilidad manual para la preparación y desarrollo de experiencias físicas y químicas con unos equipos muy rudimentarios pero con unos resultados tan correctos que les permitían deducir teorías y leyes fundamentales para el avance de las Ciencia que cultivaban.
- La rápida aplicación de los conocimientos teóricos a las técnicas industriales que permitió en pocos años la aparición de grandes mejoras en todos los aspectos de la vida.

VI

La Ciencia en España

En el capítulo anterior hemos repasado muy brevemente la Historia de la Ciencia en el mundo, utilizando unas tablas que resumen cien años del trabajo de los científicos, que incluso hemos llegado a llamar revolucionarios. Desgraciadamente y salvo en un caso, el de los expedicionarios a los mares lejanos, no hemos encontrado un sólo científico español.

En aquellos años, España todavía conservaba importantes territorios en América y Asia y se mantenían y fundaban instituciones destinadas a la formación de científicos y técnicos. ¿Cuál era la causa de esta aparente carencia de resultados?

Una manera fácil de contestar es repasar el contenido de la breve Historia de España incluida en el Capítulo IV y que se sintetiza en la falta de paz y tranquilidad en el territorio nacional. Don **Antonio Casares Rodríguez** (1812-1888) en el prólogo de su libro “Análisis de las aguas minerales de Caldas de Reyes y Caldas de Cuntis” publicado en Santiago de Compostela en 1837 dice que: “*Si la Sociedad de Amigos del País de Santiago no tiene realizadas la recogida de los productos naturales no es culpa de sus individuos y sí de la atroz guerra que aflige más ó menos a todas las Provincias, que no permite pensar en otra cosa que en la seguridad personal continuamente amenazada. Las ciencias y las artes no prosperan sino bajo la bonancible sombra del árbol de la paz*”. (67)

Las palabras del químico gallego, escritas en mitad del periodo objeto de nuestro trabajo, son absolutamente claras, yo aún me pregunto, después de repasar la Historia de la Ciencia en España, si nuestros científicos no hicieron incluso más de lo debido y en muchos casos actuaron por encima de sus posibilidades ante la incomprendición de políticos y dirigentes, y la inseguridad reinante.

Incluimos ahora una lista con los principales personajes y acontecimientos españoles, relacionados con la Ciencia y la Tecnología, entre 1784 y 1884.

1784. Juan José D'Elhuyar y Lubice (1754-1796) y **Fausto D'Elhuyar y Lubice** (1755 -1823) aíslan el wolframio y publican “Análisis química del wolfram y examen de un nuevo metal”.

1784. Creación de la Cátedra de Economía Civil y Comercio por la Real Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País.

1785. Introducción de la máquina de hilar *Spinning Jenny* de **James Hargreaves** (1710-1778) (153a).

1786. **Ignacio María Ruiz de Luzuriaga** (1763-1822) médico y químico, expuso en su tesis la teoría sobre la fisiología respiratoria. (151).

1803. **Antonio José Cavanilles y Palop** (1745-1804) publica “Principios elementales de la botánica”.

1830. Primera fábrica española que utilizó la energía del vapor en Barcelona.

1839. Se obtuvo en Barcelona la primera fotografía realizada en España. (13)

1848. Inauguración del ferrocarril Barcelona a Mataró.

1859. **Cosme García Sáez** (1818-1874) logró un privilegio de invención donde describía un submarino primitivo lo que le convertía en un pionero.

1861. **Narciso Monturiol Estarriol** (1819-1885) Realizó las pruebas oficiales de su submarino llamado Ictíneo.

1875. Primera central eléctrica para uso comercial en Barcelona.

1878. **José Eugenio Olavide Landazábal** (1836-1901). Publicó “Las enfermedades cutáneas producidas por vegetales parásitos”.

1879. **Eduardo Torroja Caballé** (1847-1918). Publicó “Axiometría o perspectiva axiométrica”.

1883. **José Cornet y Mas** (1839-1916). Primeras locomotoras construidas en España.

1885. **Isaac Peral y Caballero** (1851-1895). Diseña su torpedero submarino.

El asunto de la fabricación de las locomotoras es un claro ejemplo de las dificultades que presentaba cualquier mejora técnica en la España del siglo XIX. En el caso del ferrocarril, desde la primera línea férrea puesta en funcionamiento en Inglaterra en 1825, hasta la inauguración del ferrocarril Barcelona-Mataró transcurrieron

ron sólo 23 años, pero se necesitaron casi sesenta años para que se construyeran las primeras locomotoras en nuestro territorio.

Estas fueron dos pequeñas locomotoras para el Tranvía de Vapor que iba de Barcelona al Clot y San Andrés del Palomar, construidas por La Maquinista Terrestre y Marítima, estando dirigida la fabricación por **José Cornet y Mas**. No fue hasta 1888 cuando la misma empresa construyó dos verdaderas maquinas de tres ejes y 42 toneladas, inspiradas en las construidas por la casa alemana Hohenzollern, pues nuestra dependencia tecnológica del exterior seguía siendo casi absoluta. (96)

En el caso de la enseñanza universitaria, la llegada al trono de **Carlos III** desencadenó varias reformas que llevaban consigo el intervencionismo del Estado en estas instituciones según el ideario ilustrado, señalándose el año 1760 como el del comienzo de las mismas. Tres personajes contribuyeron a imbuir a los gobernantes la necesidad de una reforma, fray **Benito Jerónimo Feijoo** (1676-1764), que pro-pugnó la introducción de las enseñanzas de Física, Anatomía, Botánica e Historia Natural; el portugués **Luis Antonio Verney** (1713-1792) con su libro “El verdadero método de estudiar” y finalmente **Pablo de Olavide y Jáuregui** (1725-1803) que planteó la nacionalización de la Universidad. (183)

Una parte importante del retraso científico de España podemos atribuirlo a que continuamente la legislación universitaria variaba con el cambio de los gobiernos. Dentro de los años de nuestro trabajo tenemos que al plan del ministro **José Antonio Caballero** (1770?-1821) de 1807, le siguieron el proyecto de las Cortes de 1814, las reformas de **Fernando VII** de 1818 y el Informe de **Manuel José Quintana** (1772-1857) de 1821. Después se sucedieron el Plan de **Francisco Calomarde** (1773-1842) de 1824, el de **Ángel de Saavedra**, duque de Rivas (1791-1865) de 1836, el llamado Arreglo de **Quintana** del mismo año, el proyecto de **Joaquín José de Muro** marqués de Someruelos (1797-1859) de 1838, el proyecto de **Facundo Infante** (1786-1873) de 1841, las reformas del general **Baldomero Espartero** en 1842 y el Plan **Pidal** de 1845. (133)

El ministro **Pedro José Pidal** (1799-1865) promulgó un Plan general de. Estudios en el que se diferencia por primera vez la Enseñanza Media de la Enseñanza Superior, con la creación de Institutos para el primer caso y de secciones de Ciencias, dentro de las facultades de Filosofía, en el segundo. El plan General redujo a diez las universidades españolas, Madrid, Sevilla, Barcelona, Santiago, Valencia, Valladolid, Zaragoza, Oviedo, Granada y Salamanca. Se suprimieron las universidades de Huesca, La Laguna y Toledo, que quedaron convertidas en Institutos de Segunda Enseñanza, y Madrid quedó como la única universidad que reunía todas las universidades y monopolizaba la concesión del grado de doctor. (103)

En el accidentado panorama político español el problema del nombramiento de profesores para las universidades era muy complicado, esta situación la encontramos descrita en algunos párrafos de la exposición que la Comisión de clasificación antepuso a su proyecto.

“Pero haber de reducir hoy a una regla común, uniforme y general las vicisitudes académicas y políticas que han sufrido los maestros de las universidades en nuestras azarosas revoluciones, en los cambios y trastornos por que la nación ha pasado desde 1808, en 1814, 1820, 1823 y 1834, y desde entonces hasta hoy en los tan varios como indefinibles aspectos que la sociedad ha presentado en los últimos 12 años, era una empresa que casi rayaba en lo imposible”.

“No podía ser de otra manera, por las expatriaciones e impurificaciones, las cesantías y jubilaciones, y las suspensiones, y separaciones indeterminadas de una parte; y los nombramientos heterogéneos, irregulares y hasta desconocidos por su nomenclatura, a que muchos profesores han debido su ingreso en la enseñanza”.

La única obligación de los profesores respecto a la Universidad era la moralidad y el cumplimiento de la docencia; en absoluto se veían inclinados a la investigación, que ni se aconsejaba, ni se exigía. Los docentes, sin embargo, si ejercían otras actividades, es el caso de los juristas y médicos. (133)

En 1847 se publicó la reforma inmediata, el Plan de **Nicomedes Pastor Díaz** (1812-1863), en el que la facultad de Filosofía se subdividió en cuatro secciones: Literatura, Ciencias Filosóficas, Ciencias Físico-matemáticas y Ciencias Naturales. La única enseñanza de asunto geológico quedaba englobada en la asignatura de "Historia Natural". (156)

A este plan le siguieron el de Don **Manuel Seijas Lozano** (1800-1868) en 1850, el Proyecto de Don **Manuel Alonso Martínez** (1827-1891) de 1856 y el famoso Plan de **Claudio Moyano Samaniego** (1809-1890) de 1857. Como consecuencia de la promulgación de esta nueva Ley de Instrucción pública, los estudios científicos fueron retirados de la facultad de Filosofía, estableciéndose la división de esta en dos facultades: Filosofía y Letras, y Ciencias.

A su vez, las facultades de Ciencias quedaban subdivididas en tres secciones: Físico-matemáticas, Químicas y Naturales. Sin embargo, un decreto posterior de 1860, limitó la existencia de las tres secciones a la Universidad Central, quedando las otras, únicamente con la sección de Ciencias Químicas.

No se estabilizaron las enseñanzas universitarias y al plan de **Claudio Moyano** le siguieron los Decretos de Don **Manuel Ruiz Zorrilla** (1833-1895) en 1868 y de

Don **Eduardo Chao** (1821-1887) en 1873, y con el Plan de Don **Fermín Lasala y Collado** (1830-1917) de 1880 y las reformas de Don **Antonio García Alix** (1852-1911) llegamos a los años finales de nuestro trabajo. (156)

Pero aun teniendo en cuenta todos los problemas universitarios, sociales, militares y políticos que ya hemos esbozado, en España surgieron importantes personalidades dedicadas a la Ciencia, que en muchos casos superaron a sus colegas europeos máxime teniendo en cuenta los escollos que tuvieron que salvar en nuestro país para realizar su labor.

Un ejemplo de esta lucha y dedicación de los profesores para mantener su actividad docente lo tenemos en el barcelonés Real Colegio de San Victoriano, institución que nació y desapareció en los años de nuestro trabajo y que está perfectamente descrita en el libro de **José Luis Gómez Caamaño**, que recogió su tesis para obtener el título de doctor. (118)

“Se puede decir que hasta que se estableció este Colegio, no hubo en Cataluña enseñanza pública de la Farmacia, tal como ahora la entendemos, pues para que haya esta clase de enseñanza, tienen que cumplirse varias condiciones: que sea asequible a un gran número de personas, que se verifique en locales fijos y destinados especialmente a ella y que uno o varios profesores explique la ciencia por igual a cierto número de alumnos”.

“No encontramos ningún documento, cita o relación, que permita asegurar de una manera evidente la existencia de la enseñanza pública de la Farmacia antes de ser incorporada a la Facultad reunida en 1779”. (118)

En julio de 1799 el rey **Carlos IV** nombra a Don **Juan Ametller y Mestre** (1746-1822c) catedrático de *“Pharmacia para el Real Colegio de la Facultad reunida de Barcelona”*, pudiéndose asegurar que este fue el primer nombramiento de un profesor para la enseñanza pública de Farmacia en Cataluña. Posteriormente en enero de 1800 fue nombrado Don **Joseph Antonio Savall y Valdejuli** (1752-1831) ayudante de la Cátedra de Química y Farmacia.

En marzo de 1800 se aprobaron las primeras Ordenanzas de Farmacia y en el preámbulo de la Concordia, el Rey **Carlos IV** indica que: *“cuando resolvió extinguir el Protomedicato y reunir en una las Facultades de Medicina y Cirugía, conoció la importancia de que la facultad de Farmacia, recibiese un nuevo orden más válido que el que había tenido hasta entonces”*.

En la Concordia se establecían los primeros títulos que en España se dieron a los farmacéuticos, además del título de Licenciado en Farmacia, se les concedían

los de Bachiller y Doctor en Química, lo que nos hace ver que los primeros títulos oficiales de Químicos los ostentaron los farmacéuticos.

El título de Bachiller en Química se otorgaba a los estudiantes al finalizar los cursos teóricos, y el de Licenciado en Farmacia, una vez hecha la práctica en la oficina pública abierta y siempre que aprobaron un examen final. El título de Doctor era sólo de *pompa y honor*, y tanto el título de Bachiller como el de Doctor en Química los expedían los Colegios de la Facultad reunida, mientras que el de Licenciado lo otorgaba la Junta de Farmacia.

En 1804 eran aprobadas por **Carlos IV** unas nuevas Ordenanzas que modificaban bastante las anteriores, en ellas se establecían los títulos de Bachiller y Doctor en Farmacia, en lugar de los de Química, indicándose que aquellos que los obtuviesen gozarían de las mismas gracias y prerrogativas que los correspondientes de Medicina.

Estas Ordenanzas rigieron totalmente hasta 1811, año en que con motivo de la guerra de la Independencia las Cortes de Cádiz restablecieron el Protomedicato, que tan solo funcionó tres años, ya que al cabo de ellos se volvía a establecer la Junta Superior Gubernativa de Farmacia que continuó hasta 1839. (100)

Esto permitió que el 28 de septiembre de 1813 se publicara en el Diario de Barcelona la orden para que en el próximo octubre comenzara el curso en el Real Colegio de Farmacia de San Victoriano, hay que reconocer que se dio muy poco tiempo para poner en funcionamiento toda una carrera universitaria, pero el tesón de los profesores lo consiguió.

El primer claustro de profesores del Real Colegio de San Victoriano estuvo formado por: D. **José Antonio Balcells y Camps** (1777-1857) Catedrático de Física y Química, D. **José Antonio Savall y Valdejuli** Catedrático de Materia Farmacéutica, D. **Agustín Yáñez y Girona** (1789-1857) Catedrático de Historia Natural y D. **Raimundo Fors y Cornet** (1891-1859) Catedrático de Farmacia Experimental que escribió una de las obras más interesantes en su campo, del siglo XIX, la titulada “Farmacia operatoria y legal”. (42), (217)

Pocos años duró la primera singladura de este centro de enseñanza, pues en 1821 se extingue el Colegio de San Victoriano, estableciéndose en 1822 la Escuela Especial de la Ciencia de Curar, agregándose a la Escuela a los profesores **Savall** y **Fors** quedando **Balcells** y **Yáñez** cesantes. En 1823 la Escuela quedó disuelta con la entrada de las tropas francesas iniciándose una segunda época del Real Colegio de San Victoriano.

Uno de los problemas de la enseñanza del Colegio era la falta de locales y laboratorios adecuados, para paliar esta situación en agosto de 1843 el Doctor **Juan José Anzizu Yarza** (1802-1865) tomó posesión del edificio del Colegio de Santa Teresa en nombre del Colegio Nacional de Farmacia de San Victoriano, aunque no se llegó a utilizar pues ese mismo año desaparece para siempre el Colegio pasando los estudios de Farmacia a formar parte de la Facultad de Ciencias Médicas. La carrera de Farmacia se independizó finalmente de las de Medicina y Cirugía cuando se constituye en Facultad Universitaria.

La Cátedra del Colegio de San Victoriano más afín a nuestro estudio sobre el análisis químico es sin duda la de Física y Química que desempeñó permanentemente durante toda la existencia del colegio el profesor D. **José Antonio Balcells y Camps**. Este profesor acogió con entusiasmo todas las nuevas ideas sobre estas materias y dividía la Química en dos partes; una preparativa de productos y otra de conocimiento de sus propiedades, la descriptiva.

En el Colegio de San Victoriano se trató de conseguir en todo momento que se crease una Cátedra de Análisis, pues creían que es la parte más científica de la Química y su progreso se había acelerado desde el momento en que se empezó a analizarlos productos para conocerlos mejor. En 1840 pidió una quinta Cátedra de Análisis, Farmacia legal y moral farmacéutica que complementase las enseñanzas que se impartían, pero su concesión no llegaría nunca. (118)

Si las dificultades de tipo político y social no ayudaban a mejorar la situación de la enseñanza ni de la ciencia, todavía quedaban razones de tipo religioso que todavía lastraban más su desarrollo. La Doctora **Sagrario Muñoz Calvo** en su libro “Inquisición y Ciencia en la España moderna”, describe casos ocurridos en la época de nuestro trabajo que ponen de manifiesto esta dificultad, añadida al normal avance del conocimiento de profesores y estudiosos. (175)

Así tenemos como el Doctor **José Viader y Pairachs**, todo un primer Médico del Hospital Militar y de Paisanos de Gerona y socio de la Academia Práctica de Barcelona, tenía que pedir permiso en 1799, para; “*tener y leer todo libro físico y médico aunque tenga cualquier prohibición del Santo Tribunal, hallándose con el grado mayor de esta facultad y teniendo a su cargo los dos Hospitales*”.

En el caso de El Real Colegio de Farmacia de San Fernando de Madrid, cuenta el profesor **Guillermo Folch Jou** (1917-1987) que la biblioteca fue una de las preocupaciones de los profesores y que uno de los profesores sustitutos actuaba como bibliotecario. “*Algunos datos son extremadamente curiosos, tal por ejemplo, el de que en 1815 se les autorizase a tener un fondo de libros prohibidos por el Santo Oficio pertenecientes a la Facultad de Farmacia, para que pudiesen ser consultados*”.

dos por los miembros de la Junta y los catedráticos, hecho que contrasta con la prohibición que sabemos se dio a algunos profesores del Colegio de Barcelona". (101)

Esta situación de los profesores catalanes se describe en el documento que incluye la respuesta de un tribunal, formado por un Doctor y un Licenciado, a un Obispo Inquisidor General, a la solicitud para leer libros prohibidos, realizada en 1817 por estos científicos, los Catedráticos Don **Antonio Balcells**, Don **Agustín Yáñez** y **Antonio Savall**. *"Los dos primeros son jóvenes, el tercero será ya de sesenta años, los tres aplicados y hábiles en la facultad sin que por los informes que hemos tomado reservadamente de ellos resulte cosa que reprenderles en su conducta moral pero es así que los dos son jóvenes".*

*"Uno de estos tres don **José Antonio Savall**, tiene un hijo joven que inclina a la misma Facultad de Farmacia que profesa su dicho padre. Este joven ha sido delatado no solo por leer, sino también de leer con otro compañero, el Eusebio que retiene su dicho padre escudado de una de aquellas licencias que en Roma se conceden a cualquiera que las solicita, la que se la hemos pedido previniéndole que no le basta sin ser confirmada por V. E."*

Estos textos ponen de manifiesto el control que ejercía La Inquisición sobre las personas y sus medios de trabajo, incluso cuando se trataba de profesores universitarios con libros profesionales que disponían de licencia papal. Tengamos en cuenta que todavía en 1789 el madrileño **Vicente Gómez de Villalobos**, muere en Toledo perseguido por la Inquisición, *"tras confesar el haber tenido en su juventud un pacto con el Diablo"*, y que hasta 1834 la Inquisición española no fue definitivamente suprimida. (36)

Repasaremos ahora brevemente las biografías de los principales científicos españoles, en orden cronológico y excluyendo a los químicos que describiremos en los capítulos correspondientes. Las vidas de estos científicos son poco conocidas, y en algunos casos encierran verdaderos casos de heroísmo y sacrificio.

JOSÉ CELESTINO MUTIS Y BOSIO 1732-1808

Nació en Cádiz el 6 de abril de 1732, hijo de Julián Mutis, comerciante de libros y de Gregoria Bosio. El padre se ganaba bien la vida con el comercio de libros, un negocio relativamente próspero, este es un dato cargado de significado en la biografía de quien llegó a tener una de las mejores bibliotecas de su tiempo. (194)

Entre 1749 y 1753 estudió en el Colegio de Cirugía de su ciudad natal y en la facultad de Medicina de la Universidad de Sevilla. El director del Colegio de Ciru-

gía **Pedro Virgili y Bellver** (1699-1776) fue su maestro y protector, por su recomendación marchó a Madrid en 1757. En la capital comenzó a acudir a las lecciones que se impartían en el Jardín Botánico de Migas Calientes, creado en 1755 y antecedente inmediato del Jardín Botánico, que **Carlos III** fundó en 1781, en el emplazamiento que ocupa hoy en el paseo del Prado.



José Celestino Mutis
(1732-1808)

Aunque también ejerció como astrónomo y matemático, su actividad estuvo más bien ligada a ese tipo de ciencias que hoy llamamos ciencias de la vida: Medicina, Historia Natural y Botánica. (194)

Celestino Mutis forjó en Madrid el sueño de una expedición científica que sufrió todo tipo de trabas y retrasos y que solucionó inicialmente el biografiado haciéndose médico particular del nuevo virrey de Nueva Granada, **Pedro Messía de la Cerda, 5º Marqués de la Vega de Armijo** (1700-1783) y en 1760 zarpó camino de su destino quizás sin sospechar que ya nunca más volvería a España.

En 1783 después de veintitrés años en tierras americanas, pudo emprender la expedición que siempre deseó, como segunda cabeza de la expedición fue el presbítero **Eloy Valenzuela y Mantilla de los Ríos** (1756-1834) y posteriormente se le unieron otros naturalistas como **Jorge Tadeo Lozano de Peralta** (1771-1816), **Francisco Antonio Zea** (1766-1816), **Francisco José de Caldas y Tenorio** (1768 - 1816) y sus sobrinos **José Mutis Consuegra** (1772-?) y **Sinforoso Mutis Consuegra** (1773-1822). Durante varios años recogieron materiales que sirvieron para que **Mutis** escribiera la “Flora de nueva Granada”.

El botánico, fue profesor de matemáticas en el Colegio de Nuestra Señora del Rosario, en Santa Fe, Nueva Granada. Reconoció las minas de cobre y plata de aquel reino, descubrió en 1786 los depósitos de cinabrio de Quindío, y estudió la historia y aplicaciones del platino, y al referirse al oro que pudiera tener este nuevo metal, estableció que la única forma de separarlo era por amalgamación. (62)

Escribió numerosos trabajos destinados a dar a conocer los árboles de la quina, descubiertos por él en los bosques de Cundinamarca, Nueva Granada; y otros sobre las plantas, cultivos, recolección y propiedades pero todos oscurecidos por la citada “Flora de Nueva Granada”, que sin finalizar quedó inédita, conservándose la mayor

parte del material en el Jardín Botánico de Madrid y publicada en la segunda mitad del siglo XX, gracias a la colaboración de los gobiernos de Colombia y España. (100)

Otras publicaciones suyas relacionadas con su actividad como químico metálgico fueron: “Informe sobre el descubrimiento y aplicaciones de la Platina del Choco” en 1774, “Informe acerca del estado de la minería y riqueza mineral del reino de la Nueva Granada”, en 1782 y “Relación de las operaciones y experimentos para indagar cuál es el mejor método de beneficiar los minerales de plata, si el de fundición o el de amalgamación” en 1786.

La importancia de **Celestino Mutis** en su tiempo fue reconocida por importantes personalidades; **Carolus Linneo** (1707-1778) dijo de él: “*nomen immortale quod nulla aetas nunquam delebit*” y **Friedrich Wilhelm Humboldt** (1767-1835) le apellida “*ilustre patriarca de los Botánicos del Nuevo Mundo*”.

Enfermo desde 1805, murió el 11 de septiembre de 1808, justo antes de que se produjera la fractura definitiva entre España y sus dominios, las secciones de su expedición fueron un vivero de actividades científicas e intelectuales en Nueva Granada. Su imagen se difundió en los billetes de 200 pesos del Banco de Colombia y en los billetes de 2000 pesetas de nuestro Banco de España en 1992.

LUIS NEÉ 1734-1807

Aunque francés de nacimiento, se naturalizó español y como tal lo incluimos, como científico, en este apartado.

Había sido enviado por el protomedico **Mauricio Echandi** (1732-1785) para que pusiera en marcha un jardín botánico en Pamplona, que nunca llegó a ser realidad. Recorrió como naturalista parte de la Península, colecciónando herbarios y haciendo algunas publicaciones.

Participó como naturalista en la expedición de **Malaspina** donde se encargaría exclusivamente del estudio de la flora, disfrutando durante el viaje de un sueldo igual al doble del que tenía en su trabajo en el jardín de la Botica Real.

En la campaña de Montevideo de la citada expedición **Luis Néé** preparó un herbario de quinientas plantas, de las que cincuenta eran especies desconocidas en Europa. (106)

Se separó de la expedición en Talcahuano, siguiendo su viaje por tierras de los pehuenches dirigiéndose a Santiago de Chile. Después de atravesar la cordillera

prosiguió por la pampa bonaerense hasta la capital, para desplazarse a Montevideo. A la amplia colección de herbarios aportó una notable colección litológica.

Luis Neé vagó a su antojo enriqueciendo sus herbarios con la flora de las regiones Sacramento, Patagonia, Islas Malvinas, Cabo de Hornos, Isla Chiloé, Perú, Nueva España, Callao, Lima, Andes, Filipinas, Australia. Al terminar la expedición, presentó una colección de 16000 plantas, de las que 2940 procedían de la Nueva España, así como gran cantidad de minerales, sus manuscritos se conservan en el Jardín Botánico de Madrid. (200)



Luis Nee
(1734-1803)

En la actualidad se estima que existen 300000 especies botánicas en el mundo, por lo tanto parece asombroso el número de plantas recogidas por este naturalista de las que identificó y dio nombre a 38 como nuevas especies. (123)

Este botánico describió las plantas apagándose a la clasificación binaria del sueco **Carlos Linneo**, del que conocía sus obras fundamentales “Systema Naturae” y “Philosophia botánica”, con un sistema clasificatorio que permitía su fácil reconocimiento.

Presentó algunas de sus investigaciones en 1801 y 1802, que fueron traducidas al inglés en 1806. También dejó, al final del viaje con **Malaspina**, algunos documentos que revelan sus andanzas y amor a la Historia Natural en el museo de Londres y en la Biblioteca Nacional de París.

Falleció el año 1807, afortunadamente había entregado sus herbarios a **José Cavanilles** (1745-1804), que dio a conocer parte de estos hallazgos en sus “Icones” publicados entre 1791 y 1801.

JOSÉ NICOLÁS DE AZARA Y PERERA 1730-1801

Nació en Barbuñales de Aragón en 1730 en una ilustre familia de aquel reino, estudió en la Universidad de Huesca donde obtuvo el título de Doctor en Jurisprudencia, pasando en 1749 a la de Salamanca becado por el rey.

Carlos III le confirió una plaza en la Secretaría de Estado en 1760. Cuenta el anticuario de la Biblioteca Nacional, **Basilio Castellanos de Losada** (1807-1891), que “*la facilidad y el tino con que desempeñó cuantos asuntos se le encomendaron, le valió ser nombrado, en 1765, Agente General de España en Roma, cerca de la*

*santidad del Papa **Clemente XIII**, en circunstancias bien difíciles, que supo vencer con su superior talento. (71), (217)*

Cuando falleció este Papa, **Azara** contribuyó con su influencia en la elección de su amigo el Cardenal **Lorenzo Ganganeli** (1705-1774) como nuevo Papa con el nombre de **Clemente XIV**. Como Agente de España tuvo un papel importante en la disolución de la Compañía de Jesús a petición de los reyes de la casa de Borbón.

Fue nombrado en 1798 embajador de España cerca del Directorio de la República Francesa y poco después de Portugal, para arreglar el conflicto con la República, escribió una “Memoria sobre la pacificación general de Europa”.

Fernando I de Parma le agradeció sus favores ante **Napoleón Bonaparte**, nombrándolo primer **Marqués de Nibbiano** en el ducado de Plasencia, dignidad que no recibió sino después de conseguir la venia del Rey de España, cuñado del duque.

Además de muchos trabajos diplomáticos, publicó en 1782 y 1789 la obra del famoso naturalista irlandés **Guillermo Bowles** (1714-1780), “Introducción a la historia natural y a la geografía física de España”, españolizando el texto y añadiendo el prólogo y muchas notas. (57)

CASIMIRO GÓMEZ ORTEGA 1741-1818

Estamos ante la biografía de un hombre que fue poderoso económica y socialmente, pues durante su vida gozó de una situación monetaria bastante desahogada, no en vano su educación corrió a cargo de su tío **José Ortega**, Boticario Mayor de los Ejércitos y fundador de la Real Academia Médica Matritense y del Real Jardín Botánico de Madrid, que al morir sin hijos en 1761 lo nombró heredero universal de una gran fortuna.

Nacido en Añover de Tajo (Toledo) en 1741, en el seno de una familia modesta, estudió primero en el colegio de los Infantes de Toledo, después en las Escuelas Pías de Madrid, en el Seminario de los jesuitas de Barcelona y en 1757 fue a Bologna para aprender botánica, medicina e historia natural, como colegial del Real Colegio de Cirugía y Medicina de Cádiz.

Obtuvo el título de Doctor en Filosofía y Medicina por la Universidad de Bologna en 1762 y ese mismo año se examinó ante el Real Tribunal del Protomedicato para alcanzar la licenciatura en Farmacia

En 1772 ganó por oposición la plaza a Catedrático primero del Real Jardín Botánico de Madrid, cargo que ocupa hasta su jubilación en 1801 y que fue el período de mayor esplendor para dicha institución. Fue sustituido por el excelente científico **Antonio José Cavanilles**, con el que **Ortega** que no gozó de muy buenas relaciones al final de su actividad profesional.

Casimiro Gómez Ortega es considerado, con **Antonio Palau Verdera** (1734-1793), el principal introductor de la sistemática y nomenclatura linneanas en España. Como Botánico herborizó en las faldas de Sierra Morena, Miraflores y El Pauilar en el Sistema Central y en Aranjuez. Analizó las aguas del Balneario de Trillo, explicando sus propiedades curativas y una parte del catálogo de plantas de Trillo fue copiada por **John Talbot Dillon** (1739-1805) en su obra “Travels through Spain”. (87)

Desde 1777 se convierte en el director técnico de las expediciones científicas a la América española a las que envió a sus mejores discípulos **Hipólito Ruiz López** (1752-1816) y **José Pavón Jiménez** (1754-1840).

También colaboró en la preparación de la expedición hispano-francesa al Virreinato del Perú, dirigida por **Louis Codín** (1704-1760), en donde efectuaron trabajos botánicos tan importantes como **Charles Marie de La Contamine** (1701-1774) y **Joseph Jussieu y Cosan** (1704-1779).

En esta línea de trabajo informó, con recelo, sobre la expedición novogranadina organizada por **José Celestino Mutis**, intentó controlar el comercio de la quina apostando por la figura del médico panameño **Sebastián López Ruiz** (1741-1832); acomodó a **Juan de Cuéllar** (1739?-1801) en el proyecto de la Real Compañía de Filipinas destinado a cultivar la canela en aquellas islas y apoyó la propuesta formulada por el Médico de Baraguás **Martín Sessé y Lacasta** (1751-1808) de enviar una expedición a la Nueva España eligiendo a quienes habrían de acompañar al aragonés. (121)

En contra de lo que pueda pensarse por la actividad descrita, no logró entroncar las expediciones americanas con el Real Jardín pues estas dependieron, siempre, de la Secretaría de Indias y el Botánico, se financió con fondos del Real Tribunal del Protomedicato, y a él quedaba sujeto.

Hombre de amplia cultura, su análisis de las aguas de Trillo de 1778, realizado a petición del Rey, por medio del **conde de Floridablanca**, don **José Moñino y Redondo**, debió causar sensación, pues a su lectura en sesión pública acudieron según **Gutiérrez Bueno** los médicos, cirujanos y boticarios de ocho leguas a la redonda. (102), (217)

Casimiro Gómez Ortega declaró que; “*el conocimiento exacto de las virtudes del agua solo se puede adquirir con exactitud por medio de una análisis o examen químico*”. En los análisis hizo ensayos cualitativos y la recogida de gases a pie de manantial, evaporación en perol de plata y tratamiento del residuo. Aunque sus resultados distan bastante de los actuales, su análisis marcó un hito en la historia, iniciándose así la época moderna de la química.

Su influencia fue decisiva para el traslado, en el año 1781, del Real Jardín Botánico de Madrid desde la Huerta de Migas Calientes, en las afueras de Madrid, a su actual situación en el Salón del Prado.

Publicó en 1785 un “Curso Elemental de Botánica”, libro de texto de todos los botánicos españoles de su tiempo y también una excelente “Flora española selecta”, en 1791, además de monografías sobre la cicuta, la pimienta de Tabasco, etc.

Los últimos años de su vida se vieron empañados por su animosidad contra quien había de sucederlo, el eminente Botánico **Antonio de Cavanilles**. Frustrado y alejado de los órganos del poder, falleció en Madrid en agosto de 1818, en plena canícula estival, un tiempo que le producía un marcado estado de languidez, contaba setenta y siete años de edad. Murió sin descendencia, como su tío, cuya larga sombra le persiguió durante toda su vida. (121)

FÉLIX DE AZARA Y PERERA 1742-1821

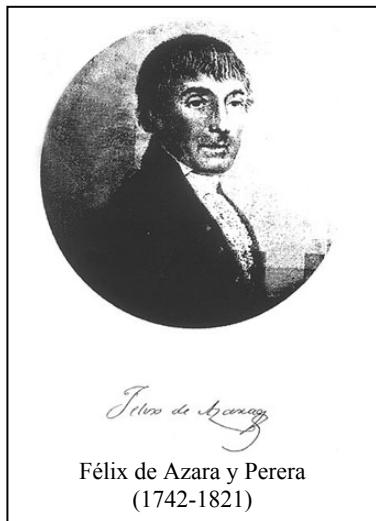
Fue uno de los aragoneses con más trascendencia hispano americana del siglo XVIII.

Nació en Barbuñales, provincia de Huesca en 1742, y comenzó los estudios de filosofía, artes y derecho a los once años en la Universidad de Huesca, bajo la dirección de su tío el canónigo don **Mamés de Azara**. Allí permaneció cuatro años, terminados los cuales decidió no seguir estudios en la Universidad Sertoriana y eligió la carrera de las armas.

A este respecto, se ha de hacer notar que los ilustrados no recibían su formación científica en las Universidades españolas de mediados del siglo XVIII, ya que éstas estaban ancladas en el más cerrado aristotelismo y en sus aulas no se impartían ni ciencia moderna, ni matemáticas, ni ninguna de las llamadas ciencias útiles. La ciencia moderna y las matemáticas, que tanto interesaban a los ilustrados, se estudiaban en los Seminarios de Nobles o en las Academias Militares.

Félix de Azara, con 16 años, comenzó su carrera militar en el Colegio de Artillería de Segovia, siendo nombrado cadete del Regimiento de Infantería Galicia.

Enseguida pidió licencia para realizar estudios de matemáticas en una de las escuelas más prestigiosas de la época, la Real y Militar Academia de Matemáticas de Barcelona, donde cursó entre 1765 y 1767 los cuatro cursos de su plan de estudios, finalizados los cuales fue nombrado Subteniente de Infantería e Ingeniero Delineador de los ejércitos nacionales, plazas y fronteras.



Inicialmente estuvo, de alguna manera, relacionado con la Hidrología pues en los años siguientes trabajó en las correcciones hidrográficas de los ríos Oñar, Tajuña, Henares y Jarama y se ocupó también de reconstruir las fortificaciones de Mallorca.

Para dar cumplimiento al Tratado de El Pardo en lo relativo al trazado de la línea divisoria entre los dominios coloniales de Portugal y España en América meridional, **Carlos III** expidió la Real Instrucción de 6 de junio de 1778, encomendando su ejecución al nuevo virrey del Río de la Plata, don **Juan José de Vértiz y Salcedo** (1719-1799). Ambos países nombraron sus comisionados para determinar sobre el terreno los límites de sus posesiones.

Félix de Azara, teniente coronel de ingenieros, fue nombrado por parte española y durante el viaje recibió el despacho de Capitán de Fragata, porque el rey dispuso que todos los comisionados fueran oficiales de marina y, de esta manera, como capitán de navío firmó su “Geografía Física y Esférica” y pasó a la posteridad con el uniforme de este empleo en el retrato que le hizo en 1805 nuestro genial paisano don **Francisco de Goya y Lucientes** (1746-1828).

Al llegar a Asunción, capital de Paraguay, no encontró ningún miembro de la comisión portuguesa, y como los indicios indicaban que tardarían en llegar comenzó a realizar viajes a sus expensas para conocer el país. Su espíritu científico le llevó elaborar una obra sólida, admirada en toda Europa por su rigor, sus métodos de clasificación y por sus teorías.

La obra naturalista de Azara quedó recogida en tres libros fundamentales: “Viajes por la América Meridional” editados en París en francés, en 1809, “Apuntamientos para la Historia Natural de los pájaros del Paraguay y del Río de la Plata”, ultimado en 1796 y publicado en 1802 y “Apuntamientos para la Historia Natural de los cuadrúpedos del Paraguay y del Río de la Plata”, 1802, que completó al final de sus estancia americana. En estas obras describió más de 400 aves y cerca de 100

cuadrúpedos, “*clasificándolos por grupos tan naturales, que algunos han sido admitidos como géneros*”.

El método de **Félix de Azara** como naturalista le llevó a corregir afirmaciones erróneas emitidas por el conde **Bufón, Georges Louis Leclerc** (1707-1788) en su “Historia Natural” y a ser considerado por algunos autores como precursor de las teorías del siglo XIX y de las evolucionistas de **Charles Darwin**.

Dice **Juan Luis Arsuaga** que el inglés se apoyó en estudios del oscense pues los “Viajes por la América Meridional” es uno de los libros más citados por **Darwin**. Fue una obra de referencia para él y en ella podemos ver un reflejo de nuestra desgraciada historia científica: “*Darwin utilizaba un libro de Azara que se publicó en francés, porque la obra del aragonés no se publicó en España. Esto no quiere decir que Félix de Azara fuera evolucionista, tenía una documentación muy amplia sobre las faunas de América y esta buena base documental le resultó muy útil a Darwin*”. (30)

Independientemente de su afición como naturalista, Azara no olvidó que su misión principal era el reconocimiento de la frontera, para ello reconoció durante 14 años las regiones fronterizas con el Brasil, levantando un mapa de estas regiones, siendo nombrado Comandante Jefe de la frontera con el Brasil.

En 1801 regresó a la Península y gracias a su hermano **José Nicolás** fue presentado en París a grandes investigadores, del Museo de Historia Natural como **Georges Cuvier** (1769-1832), el barón **Charles Athanase Walckenaer** (1771-1852), a **Étienne de Laville-sur-Illon, conde de Lacépède** (1756- 1825), y a **Geoffroy Saint-Hilaire** (1772-1844) siendo acogido en muchas sociedades científicas. En 1805 se retiró a Barbuñales, desde donde redactó numerosos informes y se ocupó de estudiar problemas de economía y agricultura de su tierra con trabajos como “Las pardinas del alto Aragón” y “Los olivos de Alquezar y sus aldeas”. Murió en Huesca en 1821 siendo enterrado en el panteón catedralicio de los Lastanosa. (135)

ANTONIO JOSÉ CAVANILLES 1745-1804

Estudió en la Universidad de Valencia, donde obtuvo los títulos de maestro en Filosofía (1762) y de Doctor en Teología (1766) ordenándose sacerdote en Oviedo en 1772. Se dedicó a la enseñanza explicando Filosofía y Matemáticas.

Marchó a París en 1777 como preceptor de los hijos del Duque del Infantado, y allí entró en contacto con la Botánica bajo la tutela de **André Thouin** (1747-1824) y **Antoine Laurent de Jussieu** (1748-1836).

A su regreso en 1789, herborizó por toda España, siendo nombrado Catedrático y Director del Jardín Botánico. También describió plantas procedentes de la Real Expedición a Perú y Chile realizada entre 1777 y 1788 por **Hipólito Ruiz López y José Antonio Pavón Jiménez**, y de la Expedición Botánica a Nueva España.

Fundó y redactó, junto a **Cristiano Herrgen** (c.1816), **Joseph Louis Proust** (1754-1826) y **Domingo García Fernández** (1759-1829) la revista científica “*Anales de Historia Natural*”, que salió a la calle por vez primera en octubre de 1799, y que cambió su nombre en enero de 1801 por el de “*Anales de Ciencias Naturales*”.



Antonio José Cavanilles
(1745-1804)

Cavanilles se interesó por la agricultura y las costumbres de su natal Valencia, de lo que hay testimonio en sus *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del reino de Valencia* (1795-1797). En este trabajo abarca gran parte de las disciplinas técnicas y científicas de la época como la Botánica, la Agronomía, la Geología, la Hidrología, la Medicina, la Geografía, la Cartografía, la Arqueología y muchos de los principales campos de la industria. (217)

Ejerció de Director del Real Jardín Botánico de Madrid hasta su muerte en 1804. **Cavanilles** reorganizó la institución: sistematizó y acrecentó los herbarios, las colecciones de plantas vivas, semilleros y biblioteca, y gracias a sus numerosos e importantes contactos con científicos internacionales de la talla de **Alexander von Humboldt** (1769-1859), **Aimé Bonpland** (1773-1858) y **Carl Ludwig Willdenow** (1756-1812), el centro adquirió gran relevancia en la escena científica europea. Entre sus discípulos destacan el aragonés **Mariano Lagasca y Segura** (1776-1839), quien en 1815 sería nombrado Director del Jardín Botánico de Madrid y **Simón de Rojas Clemente y Rubio** (1777-1827). (151)

Escribió “*Icones et descripciones plantarum*”, en seis volúmenes publicados entre 1791 y 1801, que tuvo gran influencia en la Botánica española y “*Principios elementales de Botánica*”, en 1803, en los que introdujo algunas modificaciones en el sistema de **Linneo**, reduciendo las veinticuatro clases a quince.

En 1797 publicó unas “*Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reino de Valencia*” en cuyo tomo segundo incluye un artículo sobre aguas medicinales. (100), (217)

Cavanilles informa de la existencia de las aguas de calientes de Chulilla que con un caudal perenne de una muela de agua llenan dos baños, de las de Altura, cristalinas, gratas al paladar y sin sabor alguno y de la de Montanejos, perenne, copiosa, de calor moderado, grata al paladar y sin olor alguno, “*eficaz contra toda especie de obstrucciones pero fatal para los que padecen el mal venéreo*”.

Habla también de las de Toga, fuente termal cuyas aguas producen efectos admirables en los que padecen enfermedades del estómago, de las de Busot cristalina, con un olorcillo de azufre y como de 32 grados de calor, y de las de Monovar útiles para curar las erupciones cutáneas y las llagas venéreas. (72)

También hace mención de las aguas de Catí, por los efectos saludables que logran los que se bañan en ellas o las beben, de las de Benasal, diuréticas que hacen arrojar arenas y piedrecitas y de las de Vilavella de Nules, calientes de las que dice que; “*se creen diuréticas, sudoríficas, aperitivas, anticólicas y antihipocondriacas, corroboran el estómago, excitan el apetito, y facilitan la digestión*”.

Buen conocedor de su tierra intentó mejorar el conocimiento de estas aguas mediante su análisis, y así lo expresó: “*Sería bien analizar estas aguas y otras muchas del reyno, ocupación que entró en el proyecto de mis viajes, y la emprendí provisto de lo necesario; pero se me rompieron los frascos y demás instrumentos, unas veces por caer las caballerías, y otras por el poco cuidado de los que las cargaban*”.

Podemos decir con **López Piñero** que: “*en los estudios rigurosos se ha calificado a Cavanilles de botánico de gabinete, afirmación que veremos confirmada al considerar las fuentes de los Icones: poco más de la cuarta parte de sus descripciones se basa en la observación directa de la naturaleza, una cifra similar en la de plantas de jardín y casi la mitad en herbarios, Linné había dado un gran impulso al uso de estos últimos, que pasaron a ser indispensables, no solo para investigar, sino para demostrar después la objetividad de las descripciones. Cavanilles fue seguidor suyo también en esta aspecto metodológico, usando los herbarios de forma equivalente al actual*”. (152)

Falleció en 1804, cuando trabajaba en la redacción de una obra con la que pretendía mostrar a los científicos europeos las colecciones de plantas existentes en el Jardín Botánico de Madrid. (151)

ANTONIO PINEDA Y RAMIREZ DEL PULGAR 1753-1792

Nació en 1753 en Guatemala, de padres y abuelos de linaje, recibiendo una educación esmerada. Su padre era el doctor **José Pineda y Tabares** y su madre María Josefa Ramírez y Maldonado.

La familia volvió a España cuando **Antonio Pineda** tenía 10 años y se instaló en Granada donde su padre ocupó el puesto de Oidor de la Real Cancillería. Estudió en el Real Seminario de Nobles de Madrid a cargo de los jesuitas y su formación militar la inició como cadete en el Regimiento de Guardias de Infantería Española, alcanzando el grado de primer teniente, siendo ascendido a Coronel durante la expedición **Malaspina** por méritos propios.

Tras participar en varias campañas militares se dedicó al estudio de la Física y de la Historia natural como alumno de **Casimiro Gómez Ortega** y de Química con el profesor **Pierre Françoise Chavaneau** (1754-1842), trabajando también con el equipo del Jardín Botánico, con lo que alcanzó un nivel científico verdaderamente singular.

Se sabe que fue un hombre culto conocedor de varias lenguas, un contemporáneo le describió como un hombre de mediana estatura, grueso y de fisonomía apacible.

El jefe de la expedición **Malaspina** le pidió que realizara un estudio geológico de la Nueva España, examinando las zonas mineras y volcánicas. **Antonio Pineda** cumplió al pie de la letra las instrucciones de su jefe, pero además enriqueció sus diarios con información geográfica, antropológica, económica y demográfica, con relaciones de experimentos físicos y químicos.

A finales de agosto de 1791 emprendió una excursión de dos meses hasta las minas de Guanajuato, de donde se extraía por esas fechas un alto porcentaje de la producción mundial de plata

Realizó los trabajos sobre química llevados a cabo en la expedición **Malaspina** que comprendieron tres apartados: análisis químicos de las aguas, estudios de la salubridad del aire y de mineralización. En las aguas minerales, cuyos análisis se iniciaron en España en la segunda mitad del siglo XVII, **Antonio Pineda** seguía la doctrina de los químicos **Torbern Olof Bergman** (1735-1784) y **Pierre Joseph Macquer**.

Eran análisis cualitativos sencillos utilizando colorantes y así con la tintura de tornasol indicaba el carácter ácido del agua cuando adquiría una tonalidad morada,

y con el papel de Brasil se ponía de manifiesto la existencia de álcalis. La tintura de agallas y el álcali de Prusia servían para detectar la presencia de hierro en disolución. El ácido oxálico valoraba la existencia de cal. Con el agua de cal se detectaba la presencia de dióxido de carbono y con el muriato de Bario la de ácido vitriólico.



Antonio Pineda
(1753-1792)

La plata disuelta en ácido nítrico permitía valorar la existencia de ácido muriático y del sulfuro. El aire nitroso, mezclado con las emanaciones gaseosas de las fuentes permitía determinar las proporciones de aire absorbible contenido en ellas.

El objeto de estos análisis era establecer la composición cualitativa y cuantitativa de las aguas de las fuentes, comúnmente utilizadas por sus propiedades curativas. Numerosos fueron los análisis efectuados por **Pineda**, aunque en su mayoría quedaron incompletos por la falta de tiempo que siempre existía en las excursiones o bien por carecer de los reactivos necesarios. (106)

En cuanto a la información botánica de **Antonio Pineda** se puede afirmar que nunca fue aprovechada, se refirió en sus diarios a la botánica agrícola y a la silvestre, iniciando su toma de notas en el puerto de Acapulco donde las palmas de cocos formaban espesos bosques tropicales.

La fauna de Nueva España también atrajo la atención de los naturalistas de la expedición, por supuesto también de **Pineda**, que estudió las especies marinas que habitaban las aguas próximas a las costas del virreinato. El viaje desde Realejo hasta Acapulco de 58 días de agotadora navegación fue un auténtico goce para el naturalista pues tuvo ocasión de recolectar multitud de especies marinas, observando ballenas y comprobando así que estos cetáceos se hallaban tanto en los trópicos como en los polos. (123)

Escribió unas “Observaciones sobre la costa oriental patagónica” y en sus diarios llega a citar el nombre científico de los pájaros, o dar el nombre autóctono haciendo una detallada descripción de sus características en castellano o latín, anotando características no anatómicas como su manera de anidar, volar o cantar. (200)

Para conocer las distancias caminadas, **Antonio Pineda** utilizaba un podómetro de faltriquera instrumento fabricado por un relojero francés que contaba el número de pasos que daba.

En una de esas excursiones examinó el manantial donde brotaba a borbotones el agua que alimentaba el río Azul y las grutas de Omiapa de las que dijo: “*Spectaculo admirable que de Una Sola mirada ylustra mas al observador que infinitas de las complicadas operaciones del arte*”. (122)

Murió en una de sus excursiones por la Isla de Luzón en 1792. Enflaquecida su memoria, con frecuentes desarreglo de los sentidos, llegó a Badoc, pueblo de la provincia de Ilocos, administrado por los padres agustinos, muriendo de apoplejía la noche del 23 de junio a los 38 años.

La muerte de **Pineda** fue considerada por **Alejandro Malaspina** como “*el trance más desgraciado que pudiera acontecerle a la expedición*” y causó un extraordinario impacto en Manila, donde se levantó un monumento a su memoria diseñado por el pintor **Fernando Brambila** (1763-1832) encargándose **Tadeo Haenke** (1761-1816) del epitafio.

Conocemos el aspecto de **Antonio Pineda** por una miniatura en colores sobre pergamino en forma ovalada de 5 cm x 7 cm conservada en el museo naval. El naturalista retratado de frente por el zaragozano **Julio García Condoy** (1889-1977) se muestra como un hombre de rostro redondeado y amplia calva que enmarcan dos melenas. Viste ropa de paisano aunque era militar y alcanzó el grado de coronel. (131)

Como consecuencia del secuestro de la documentación de la expedición quedó silenciada la labor y la personalidad de uno de los hombres más interesantes del panorama científico español de la segunda mitad del siglo XVII, en su honor se ha dado su nombre a un cerro de la costa norte del golfo de San Jorge

ANTONIO MARÍA DE MUNIBE Y AREIZAGA 1754-1820

Nació en Azcoitia el 5 de julio de 1754. Fue alumno de la Bascongada en Vergara, pero no alcanzó el Seminario. A los catorce años era ya Cadete de las Reales Guardias y a los dieciséis fue admitido como socio de la Bascongada.

En 1775 viaja a París acompañado de su primo **Javier Eguía** (1758-?) y de su preceptor **Eugenio Izquierdo de Rivera** (1745-1813), permaneciendo hasta 1779, año en el que parten hacia Inglaterra, de allí pasaron a Holanda y Alemania hasta el mes de abril de 1780 en que dio por finalizado su viaje de estudios.

En estos viajes contactaba con los eruditos de la época y realizaba numerosas visitas a distintas fábricas, estando en contacto con lo más avanzado de Europa y dando puntual cuenta de sus conocimientos a la Sociedad Bascongada.

En 1785, a la muerte de su padre, heredó sus mayorazgos y el título, y contrajo matrimonio en Mondragón el 21 de febrero de 1785 con Josefa Joaquina de Aranguren y Álava. Murió en Marquina, el 3 de noviembre de 1820,

ALEJANDRO MALASPINA 1754-1810

Nació el 5 de noviembre de 1754 en la fortaleza de los **Malaspina** en Mulazzo y cuando tenía siete años la familia se trasladó a Palermo, en Sicilia, al amparo de un tío de su madre, **Giovanni Fogliani Sforza d'Aragón** marqués de Pellegrino (1697-1780), que era virrey de la isla. Se trasladó luego a Roma, estudiando en el Colegio Clementino, de la orden somasca, hoy prácticamente extinguida. En 1771, presentó un trabajo sobre Física general donde se decantaba por autores en aquel entonces modernos como **Pierre Louis de Maupertuis** (1698-1759) el abate **Jean Antoine Nollet** (1700?-1770) e **Isaac Newton**. (194)



Alejandro Malaspina
(1754-1810)

En 1773 se hizo caballero de la orden de Malta en La Valleta produciéndose su bautismo marino. Muerto su padre su hermano mayor heredó el feudo de Mulazzo y él ingresó en la marina española a los 20 años.

Combatío en varias batallas contra ingleses y franceses y al finalizar la guerra era capitán de fragata. Entre 1786 y 1788, patrocinado por la Compañía de Filipinas, al mando de la fragata *Atrea* circunnavegó el globo terráqueo doblando los cabos de Hornos y de Buena Esperanza con lo que alcanzó una sólida reputación como marino.

Casi como un visionario promovió la realización de un viaje científico y político ante un ministro, marino inteligente y comprensivo, don **Antonio Valdés y Fernández Bazán** (1744-1816) encargado de las carteras de Marina e Indias. Desde que planeó la expedición tuvo en cuenta dos objetivos: la confección de cartas y derroteros de América y la investigación del estado político del continente.

De los informes que debería realizar el primero, sería público y comprendería un acopio de noticias y curiosidades para el Real Gabinete y Jardín Botánico, el segundo tendrá carácter político y sería reservado. (200)

Malaspina consiguió que se construyeran dos corbetas idénticas diseñadas especialmente para las necesidades del viaje. Su construcción se llevó a cabo en los astilleros de La Carraca, siendo responsable del proyecto el ingeniero naval **Tomás Muñoz y Calvera**. Las corbetas se botaron el 9 y el 28 de abril en aguas gaditanas y fueron bautizadas con los nombres de *Santa Justa* y *Santa Rufina*, pero en su tiempo y en la historia de la navegación se conocieron como *Descubierta* y *Atrevida*. Los barcos tenían 120 pies de eslora, 31 de manga y 14 de calado con un registro de 300 toneladas.

Alejandro Malaspina cuidó personalmente de muchos detalles y a las corbetas se les añadieron “*un gran horno y enormes destiladores o calderos para potabilizar agua salada, con los cuales sin el menor aumento de leña podían en tiempos bonancibles, proveer con media Ración de agua dulcificada en 10 horas a toda la dotación de una Corveta*”

Para la tripulación fueron seleccionados marinos experimentados como **José Joaquín Bustamante y Guerra, Antonio Tova Arredondo** (1760-1825) **Dionisio Alcalá Galiano** (1760-1805) **Cayetano Valdés y Flores Bazán y Peón** (1767-1835) **Juan Vernacci y Retamal** (1760?-1810), **José Espinosa y Tello** (1763-1815) y **Felipe Bauzá y Cañas** (1764-1834). (229a)

Los instrumentos científicos se escogieron cuidadosamente e incluso se utilizaron los de la expedición de **Vicente Tofiño de San Miguel** (1732-1795) que fueron trasladados a las corbetas, así como otros adquiridos por **Agustín de Betancourt y Molina** (1758-1824).

Tampoco faltaron buenos pintores y dibujantes como; **José Guío y Sánchez, Fernando Brambila, Juan Revenet, José Cardero Menéndez** (1766-1811) **José del Pozo y Tomás Suria** (1761-1840). A los expedicionarios se les proporcionaron células reales para facilitarles el tránsito y acceder a cualquier información. (234)

La expedición empezó el 30 de Julio de 1789, las observaciones hidrográficas, astronómicas, naturalistas, meteorológicas, oceanográficas y médicas dieron comienzo inmediatamente, de manera que las corbetas funcionaron como verdaderos gabinetes, observatorios y laboratorios flotantes en donde todos los oficiales debía confeccionar diarios personales, cuidando que nadie los copiase. (123), (106).

Alguno de estos diarios han sido publicados como es el caso del de **Antonio Tova Arredondo** comandante de la *Atrevida* en donde se recogen todos los datos de las 62 semanas de navegación. (229a)

La expedición llegó a Montevideo el 20 de septiembre, permaneciendo dos meses en el estuario del Río de la Plata. Desde allí pasaron a Puerto Deseado en la Patagonia, doblaron el Cabo de Hornos y en febrero de 1790 ya estaban en el sur de Chile. Ascendiendo por el litoral del océano Pacífico llegando a El Callao en mayo de 1790. (200)

En su camino hacia el Norte realizaron observaciones geodésicas en Panamá, estudiando la posibilidad de abrir un paso entre ambos océanos, algo que no se llevaría a cabo hasta algo más de un siglo después. Acapulco fue el lugar donde fondearon en Méjico, aunque los marinos no permanecieron mucho tiempo dirigiéndose las corbetas hacia el Norte buscando comprobar la realidad de una leyenda muy extendida; el paso interoceánico septentrional.

Los expedicionarios tras recalcar en Nootka en 1791 navegaron directamente más allá de los 60 ° de latitud a la altura de las islas Kodiak, cerca de Anchorage, alcanzaron el golfo del Príncipe Guillermo punto más septentrional de su viaje e investigaron el posible paso, dando el nombre de Puerto Desengaño al lugar donde se pensaba que se encontraba la entrada de este anhelado canal. (194)

Alejandro Malaspina no alcanzó el punto más al norte del territorio español pues **Gonzalo López de Haro** (c-1823) con el *San Carlos* había llegado en 1788, tras una difícil navegación por los mares del norte al poblado de Unalaska en las islas Aleutianas, y la expedición de **Salvador Hidalgo y Lopegarcía** (1756-1803) en junio de 1790 había tomado posesión del territorio de Alaska en nombre de la Corona española en Orca Inlet, en este lugar lejano y frío el imperio español alcanzó su mayor extensión. (163)

No fueron estas las únicas expediciones españolas a la costa noroeste, en 1779 **Ignacio de Arteaga y Bazán** (1731-1783) con la fragata *Princesa* y **Juan Francisco de la Bodega y Quadra** (1743-1794) con la *Favorita* llegaron hasta el sur de la península de Kenai y posteriormente en 1791 **Jacinto Caamaño Moraleja** (1759-1825?) a bordo de la *Aranzazu* levantó planos de los accidentes geográficos costeros que no había tocado **Malaspina** desde las actuales costas de Craig a Ketchikan, en Alaska, pasando por el archipiélago de Isla Carlota. (55)

Continuando con la expedición de **Malaspina**, esta volvió a Acapulco desde donde pasaron a las islas Filipinas en el invierno de 1792. Después visitaron Australia recalando en Puerto Jackson, siendo los primeros viajeros no ingleses que llega-

ron a la nueva colonia británica. Las islas Davao, y Tonga, fueron sus últimas escalas en el Pacífico austral antes de volver a Lima para terminar algunos trabajos cartográficos. El 9 de septiembre de 1794 las dos corbetas fondearon en Cádiz, finalizando una expedición enciclopédica que debería de recibir en nuestros días una mayor difusión

Alejandro Malaspina se puso a trabajar en la publicación de los resultados de la expedición. La obra se dividía en tres partes, una con la relación del viaje, otra con la geografía de los territorios visitados y la ultima con el estudio social de aquellos dominios españoles.

Sabedor de la necesidad de reformar el Imperio español cometió la imprudencia de conspirar contra **Godoy** lo que le costó un proceso y una condena por “*utilizar un lenguaje sedicioso*”. Fue arrestado en 1796 y encarcelado en el Castillo de San Antón en La Coruña, condenado a 10 años de prisión, pena que no llegó a cumplir pues en 1803 fue liberado por la presión del mismo Napoleón Bonaparte. Se le prohibió residir en España y regresó a su tierra natal en donde falleció en 1810 a la edad de 55 años

La Expedición conocida como **Malaspina** fue una empresa de grandes dimensiones, emparentado con los descubrimientos españoles de siglos anteriores y con el afán expansivo de Occidente que se llegó a denominar segunda era de los descubrimientos. (194)

AGUSTÍN DE BETANCOURT Y MOLINA 1758-1824

Siempre se ha dicho que nadie es profeta en su tierra de nacimiento, **Agustín de Betancourt**, no lo fue en sus islas Canarias que abandonó joven, ni en España, pues tuvo que marcharse fuera, a la lejana Rusia para alcanzar los más altos honores.

Cuando el gobernante ruso **Mijail Gorbachov** visitó España, en la contestación al discurso de bienvenida y al referirse a los puntos de concordancia hispano rusa utilizó la figura de este ingeniero español afirmando: “*Llego a un país del que tengo inmejorables referencias; vengo a una España en la que nació el más ilustre colaborador que jamás ha tenido Rusia: Agustín de Betancourt.*”

La figura de este científico español es poco conocida, salvo para los estudiosos de la Historia de la Ciencia y los ingenieros de caminos ya que el técnico canario fue el fundador de su Escuela en Madrid.

El primero de Febrero de 1758 nació **Agustín de Betancourt y Molina** en el actual Puerto de la Cruz, fue hijo del teniente coronel **Agustín de Betancourt y**

Castro y de la aristócrata **Leonor de Molina** hija del marqués de Villafuerte, que tuvieron once hijos.

Nacido en plena Ilustración, su madre le enseñó francés y su padre ciencias, completando sus estudios con profesores particulares. Después estudió en el convento de la Orotava regentado por los dominicos y acudió desde muy joven a la tertulia presidida por don **Tomás de Nava y Grimón** (1734-1779) amigo de su padre, que el fue núcleo de la Real Sociedad Económica de Amigos del País en Canarias.

Su carrera militar comienza en las Milicias Provinciales en 1777 quedando adscrito al regimiento de infantería de la Orotava y promovido a teniente en 1778, en ese mismo año marcha pensionado a Madrid a estudiar durante dos años en los Reales Estudios de San Isidro y, como su paisano **José Clavijo y Fajardo** (1726-1806), ya no regresará a las islas. En ese centro educativo estudió todas las ciencias: Álgebra, Geometría, Cálculo, Física e incluso Dibujo, actividad en la que destacaba desde niño. (219)

Sus primeros Trabajos para la Corona española, encargados por don **José Monino y Redondo, conde de Floridablanca** fueron realizados en 1783, y consistieron en la inspección del Canal Imperial de Aragón y en el estudio de las minas de Almadén sobre cuyo estado redactó tres detalladas memorias que incluían algunas mejoras técnicas en sus procesos. (151)



Agustín de Betancourt
(1758-1824)

El informe de **Agustín de Betancourt** y de **Tomás de Nava y Grimón, marqués de Villanueva del Prado**, (1734-1779) sobre el Canal Imperial, puso en claro los problemas económicos de la Compañía Badín concesionaria de la obra y el Estado se hizo cargo de la deuda quedando la empresa en manos de don **Ramón Pignatelli y Moncayo** (1734-1793) que al año siguiente hizo que las aguas del canal entraran en Zaragoza por la Puerta del Carmen. (115)

En junio de 1783 los hermanos **Montgolfier** lanzaron con éxito el primer globo aerostático, y solamente unos meses después, el 29 de noviembre de este mismo año, y ante la Corte de **Carlos IV**, **Agustín de Betancourt** elevó por primera vez otro en España, estaba fabricado con tafetán barnizado y tenía siete pies de diámetro. (162)

El libro “La ciencia moderna” de **Julio Broutá** publicado en 1897, un centenar de años después de estos acontecimientos, dedica todo el capítulo quinto a “Los dominios del aire”, en él se da cuenta de la historia de la aerostación, recordando efemérides de este sistema de navegación y la vida de diversos pioneros, nada recuerda a este español tan adelantado como los famosos hermanos franceses. (59)

En 1784 se trasladó a París a la Escuela de Puentes y Caminos con un grupo de ingenieros, dibujantes y maquetistas para reducir a plano y modelar los ingenios de la revolución industrial. (140)

Asistió a los cursos de la Escuela, trabajando en sus laboratorios y entrando en relación con científicos tan importantes como **Jean Rodolphe Perronet** (1708-1794), **Jean Charles de Borda** (1733-1799), **Abraham Louis Breguet** (1747-1823) y el industrial **Jean Jacques Périer**.

Desde 1785 llevó a cabo numerosas investigaciones y estudios sobre hidráulica y mecánica para diseñar y adquirir máquinas cumpliendo el encargo del **conde de Floridablanca** con vistas a la futura creación en Madrid de un Gabinete de Máquinas. El equipo de **Betancourt** realizó 270 maquetas y 359 planos y más de 100 memorias con 92 gráficos, que fueron el fundamento del Real Gabinete de Maquinas fundado en 1791 y que se describen en su primer Catálogo. El Gabinete llevó una vida mortecina hasta su incorporación a la Escuela de Ingenieros de Caminos, en 1802.

En el otoño de 1788 con el propósito de conocer los progresos en la máquina de vapor realiza su primer viaje a Inglaterra donde permanece dos meses observando máquinas con una actividad que hoy consideraríamos como espionaje industrial mas que investigación.

Entre otros lugares visitó la empresa de **Mathew Boulton** (1728-1809) y **James Watt** que en 1782 habían patentado la máquina de doble efecto. No consiguió ver la nueva máquina perfeccionada en la que estaban trabajando, pero si pudo observar una máquina de doble efecto funcionando en una fábrica de harinas, aunque cubierta por sus fundas. Su trabajo se completó con el reconocimiento de un nuevo modelo de telar mecánico probablemente el de **Edward Cartwright** (1743-1823).

A su regreso a París, en 1789 escribe para la Academia de Ciencias de París una “Memoria sobre una Máquina de vapor de doble efecto” que presentó en la *École des Ponts et Chaussées* y al mismo tiempo diseña una bomba que se instala en la recién construida fábrica de harinas de los hermanos **Périer**.

El mismo año construye una máquina eólica para desaguar terrenos pantanosos, que incorpora junto con el telar, a la colección de máquinas con destino al futuro Gabinete. También se encarga del diseño o la adquisición de los instrumentos para la expedición de **Malaspina** como ya hemos comentado.

En 1790 presenta a la Academia de Ciencias de París la “Memoria sobre la fuerza expansiva del vapor de agua”. El año siguiente, 1791, la “Memoria sobre la draga mecánica”, cuya construcción intentará llevar a cabo en España, aunque sin resultado, y que construirá finalmente en Krondstadt en 1812. Esta famosa draga de rosario fue la primera máquina de vapor instalada en barcos fluviales en Rusia. (151)

Ante el cariz revolucionario que empieza a tomar la situación en Francia, regresa a Madrid con la colección de máquinas que incluye 270 máquinas, 358 planos y más de 100 memorias con 92 gráficos, todos los cuales habían recogido o diseñado durante su estancia en París. El Gabinete de máquinas fue abierto a la pública contemplación en abril de 1792 bajo la protección del rey **Carlos IV**, en el palacio del Buen Retiro, bajo la dirección en propiedad de **Agustín de Betancourt** con un sueldo de 24000 reales. (219)

En el mes de marzo de 1792 fue admitido con todos los pronunciamientos favorables en la Orden e Santiago y en 1793 realizó con éxito las pruebas de un telégrafo eléctrico, entre Madrid y Aranjuez, enlazadas mediante un cable conductor y utilizando las descargas de una botella de Leyden, enviando un corto mensaje.

Posteriormente viajó a Inglaterra donde permanece tres años investigando teóricamente sobre máquinas, presentando en 1795 el diseño de una para cortar hierba en ríos y canales por la que obtuvo un premio en concurso público.

En 1796, ante la ruptura de relaciones entre España e Inglaterra como consecuencia de la firma del Tratado de San Ildefonso entre Francia y España, viaja a París. Allí junto con **Abraham Louis Breguet** presenta al Directorio el prototipo y los planos de un telégrafo óptico, “Memoria sobre un nuevo telégrafo y algunas ideas sobre la lengua telegráfica”, en el que venían trabajando desde 1787, y comienza la polémica con **Claude Chappe** (1763-1805) acerca de las ventajas e inconvenientes del telégrafo de **Breguet** y **Betancourt**, polémica que no se resolverá hasta el definitivo informe favorable de la Academia de Ciencias en 1796.

Algún problema pudo tener con la Inquisición con motivo de las investigaciones sobre comunicaciones eléctricas, cuando el Santo Oficio hizo correr la voz, de que aquellos experimentos constituyan un intento diabólico para que las palabras

viajaran con la velocidad del rayo. A pesar de estas veladas amenazas, el Santo Oficio jamás llegó a procesarlo. (162)

No sería esta su primera relación con la Inquisición pues ya en 1792 siendo académico honorario de la de Bellas Artes de San Fernando fue encargado de cotejar la segunda edición de los “Elementos de matemáticas” del padre **Benito Bails** (1730-1797) para determinar si el libro debía ser sometido o no a censura, ya que el profesor de matemática y académico había estado confinado en Granada por el Santo Oficio; Betancourt expuso que la obra no tenía alteración alguna salvo correcciones de estilo. (219)

En 1797 patenta junto con **Périer** una prensa hidráulica para uso industrial y la incorpora al Gabinete de Máquinas como en el caso de la máquina de doble efecto y el telar mecánico, esta prensa era muy parecida a otra inventada por **Joseph Bramah** (1749-1814) que **Betancourt** había visto en Inglaterra.

El gobierno español tomo la decisión de instalar la telegrafía óptica y reclamó la presencia de **Betancourt** para dirigir la instalación, el ingeniero estaba ya en Madrid en 1798 y en agosto de 1800 quedaba funcionando el telégrafo que unía Madrid con Cádiz mediante 60 ó 70 postes repetidores.

Este mismo año fue nombrado Inspector General de Puertos y Caminos. En 1802 consigue que se cree la Escuela de Ingenieros, de la que fue el primer director y en 1803 empieza a escribir con el mejicano **José María Lanz** (1762-1837) el “Ensayo sobre la composición de las maquinas”, que se publicaría en París en 1808 convirtiéndose en un libro de texto de gran difusión en toda Europa, fue realmente el primer manual de máquinas y mecanismos en la historia de la ingeniería.

Dice **Francisco Vera** que **Betancourt** y **Lanz** fueron los fundadores de la Cinemática moderna y que de su obra, **Charles Pierre Lefebvre de Laboulaye** (1813-1886), escribió en su “Diccionario de Artes y Manufacturas”: “*El único trabajo importante relativo a la Mecánica geométrica, considerada en su conjunto, que conocemos es el Ensayo sobre la composición de las maquinas*”. El libro tuvo una segunda edición en 1819 notablemente corregida y aumentada, y una tercera reproducción en 1840. (251)

Durante su actividad como Director se preocupó que se tradujeran al español la “Geometría descriptiva” del matemático francés **Gaspard Monge** (1746-1818) y los “Elementos de Geometría” de **Adrien-Marie Legendre** (1752-1833). (252)

En 1807, **Betancourt** es nombrado corresponsal de la Academia de Ciencias de París, irónicamente, también **James Watt**, su competidor, fue nombrado corresponsal

sal en esa misma sesión. Poco después abandona definitivamente España, trasladándose a París donde presenta a la Academia de Ciencias su “Memoria sobre un nuevo sistema de navegación interior”, en la cual describe una esclusa de embolo que había inventado en 1801, e inventa con **Breguet** el termómetro metálico.

Es obligado decir que **Abraham Louis Breguet** fue un inventor y relojero a quien se le deben muchos de los principios que regulan la construcción de un reloj de pulsera. En cincuenta años registró una gran cantidad de patentes, perfeccionando las ya existentes, como el calendario perpetuo, el antichoque y su obra maestra el tourbillon que inventó en 1795 y que compensa la atracción que ejerce la gravedad terrestre sobre el volante. Fue también un avezado comerciante que proporcionaba a los clientes un certificado de garantía con una descripción detallada del reloj y un embalaje de cuero con el número del reloj. (160)

En este campo también **Agustín de Betancourt** mantuvo otra actividad económica como agente vendedor de relojes y aparatos de precisión fabricados por la famosa empresa de su amigo. Esto le produjo estimables ingresos, con la nota destacable del retraso continuo en liquidar las cuentas, circunstancia que el suizo toleraba dada su entrañable amistad. (219)

A finales de 1807 viaja a San Petersburgo invitado por el Zar **Alejandro I** (1777-1825) y permanece allí durante 6 meses. Tras regresar a París para presentar con **José María Lanz y Zaldivar** el “Ensayo sobre la composición de las máquinas”, regresa a Rusia donde permanecerá hasta su muerte al servicio del zar **Alejandro**.

Nombrando mariscal del ejército ruso, queda adscrito al Consejo Asesor del Departamento de Vías de Comunicación, posteriormente es nombrado Inspector del Instituto del Cuerpo de Ingenieros y, en 1819, Director del Departamento de Vías de Comunicación. A lo largo de los 16 años de su estancia en Rusia alternará la dirección académica del Instituto de Ingenieros con numerosas obras públicas. Destaca el primer gran puente de arco, el de Kamennoostrovski sobre el río Malaia.

A partir de 1822 comienza a tener problemas con el Zar, quizás por la introducción de las ideas liberales que llevaron a la sublevación de los dekabristas y es sustituido en la dirección del Instituto, quedando relegado hasta su muerte en julio de 1824 en San Petersburgo. (252)

En su tumba se alza un monumento funerario y el Zar mandó que a su entierro asistieran todos los oficiales y generales franceses de servicio.

España no supo retenerlo, como ha sucedido con otros hijos ilustres, porque en este país los hombres de ciencia no han gozado de la consideración debida a su prestigio. (162)

TADEO PEREGRINO XAVIER HAENKE 1761-1817

Naturalista húngaro, nacido en Kreibitz, una población ahora perteneciente a Checoslovaquia, y fallecido cerca de Cochabamba, Bolivia

En su país había realizado varios viajes de exploración científica y preparado una de las mejores ediciones de la obra de **Linneo**, en Viena, fue recomendado a **Carlos IV** por importantes personajes de la nobleza europea.

Alcanzó a la expedición de **Malaspina** en Santiago de Chile, pues llegó a Cádiz procedente de su país cinco días tarde. En un buque mercante llegó a América pero naufragó frente al litoral de Uruguay y realizó el camino a pie tomando notas y recogiendo especies vegetales. Fue su perseverancia en alcanzar a la expedición su mejor carta de presentación al comandante, hombre que valoraba mucho el cumplimiento de las obligaciones contraídas.

Era un científico versátil y de carácter agradable, con habilidades musicales que ayudaron a pasar las veladas al grupo. (123)

Durante el viaje de las corbetas al Norte, efectuó importantes exploraciones a lo largo de la costa de Chile, y Perú hasta el estrecho de Behring. Perdió el buque una tercera vez, la definitiva, quedándose en América a la llegada de las naves al Callao en 1794. (200)

Parte de sus trabajos fueron aprovechados por su paisano **Carlos Borziwog Presl** (1794-1852) que los publicó con el título “Reliquia Haenkeanae”, entre 1830 y 1831.

Fue el miembro civil de la expedición de **Malaspina** que más se ligó a las tierras americanas, fascinado con la naturaleza americana no regresó a Europa, pues desembarcando en Perú se internó en el continente, fundando un jardín botánico en Cochabamba y cultivando otras disciplinas como la Química. Allí murió en 1816 al parecer defendiendo la causa de la independencia boliviana. (123).

IGNACIO MARÍA RUIZ DE LUZURIAGA 1763-1822

Nació en Villaro en 1763 y falleció en Madrid en 1822. Era hijo del médico alavés José Santiago Ruiz de Luzuriaga miembro de la Sociedad Vascongada de Amigos del País.

La formación científica de **Ignacio María Ruiz de Luzuriaga** se inició en el Real Seminario de Vergara, que comenzaba entonces su andadura, y allí cursó estudios de Matemáticas, Física experimental y Química entre 1777 y 1781, siendo sus maestros **Jerónimo Mas, Francisco Chavaneau y Luis Joseph Proust**.

Su padre le preparó una esmerada educación haciéndole estudiar latín, inglés, francés e italiano, no debiéndonos extrañar que su primer trabajo escolar fuera la traducción de un discurso sobre higiene naval que el médico escocés **John Pringle** (1707-1782) había pronunciado cuatro años antes. (151)

A finales de 1781 se encaminó a París con el propósito de estudiar Química y medicina, siendo su padre quien pagó los gastos de la formación y de la estancia que se prolongó hasta finales de mayo de 1785. Durante estos tres años y medio recibió enseñanzas de los más famosos maestros como **Joseph Macquer y Antoine Fourcroy** de Química, de **Antoine Portal** (1732-1842) de Anatomía, de **Pierre Desault** (1744-1795) y **Françoise Chopart** (1743-1795) de Cirugía; y de **Laurent de Jussieu** y **Louis Daubenton** (1716-1800) de Historia Natural.

A la terminación de sus estudios en Francia, **Ruiz de Luzuriaga** solicitó al aragonés **Pedro Pablo Abarca de Bolea, conde de Aranda** (1716-1798) ayuda económica para continuar su aprendizaje en Escocia y el primer ministro **José Moñino y Redondo, conde de Floridablanca**, le amplió a 6.000 reales anuales la pensión que cobraba desde marzo de 1784.

Deseando conocer el fundamento y tratamiento del llamado cólico de los pintores, enfermedad que padecían las personas que trabajaban con utensilios de plomo, diseñó unas experiencias sobre la descomposición del aire por la acción de este metal, con las que no obtuvo los resultados apetecidos, como él mismo indicó en su memoria publicada en la “*Obsevations sur la physique sur l’Histoire et sur les Arts*” de 1784, revista dirigida por **Jean Rozier** (1754-1785), pero fue eficaz para que comenzase a interesarse por la Química neumática. (52)

Tras una breve estancia en Londres, llegó a Edimburgo, donde estudió con **William Cullen** (1710-1790), permaneciendo hasta septiembre de 1786 fecha en que obtuvo por aquella Universidad el grado de doctor. Parece que mantuvo relaciones

amistosas con **Joseph Black** (1728-1799) una de las más prestigiosas figuras de la Química del momento.

En su tesis doctoral titulada “Tentamen medicum inaugurale, de reciproca atque mutua systematis sanguinei et neruosi actione”, dedicada **conde de Floridablanca**, expuso la teoría sobre la fisiología respiratoria. Estaba basada todavía en los esquemas conceptuales de la teoría del flogisto, y presentaba cierta originalidad en los experimentos conducentes a observar la acción de diversos gases sobre la sangre, tanto *in vivo* como *in vitro*, mediante la inyección de las sustancias gaseosas en las venas yugulares de perros o recogiendo la sangre arterial y venosa de las carótidas y yugulares de corderos en frascos llenos de los distintos gases.

Desde octubre de 1786 hasta julio de 1787 permaneció en Londres donde asistió a los cursos privados de **John Hunter** (1728-1793) sobre Anatomía y Fisiología y a los de **Bryan Higgins** (1741-1818) sobre Química. Por otra parte, recibió las enseñanzas de Química que impartían en el Guy's Hospital y en el St. Thomas Hospital, **William Saunders** (1743-1817) y **Adair Crawford** (1748-1795) respectivamente.

Su segundo y principal trabajo, la “Disertación químico-fisiológica sobre la respiración y la sangre, consideradas como origen y primer principio de la vitalidad de los animales” fue leída por **Ruiz de Luzuriaga** en el acto de admisión como socio de la Academia de Medicina de Madrid, el 8 de abril de 1790. Es una revisión de su tesis a la luz de la nueva teoría química de **Lavoisier**, ampliada con los experimentos de **E. Goodwin** relacionados con la variación del color de la sangre en los pulmones de animales vivos y plagiando la obra de **Adair Crawford** sobre el calor animal, que como veremos más adelante indican algunos autores.

Este **Adair Crawford** fue un químico y médico británico nacido cerca de Belfast, que estudió Medicina en las universidades de Glasgow y Edimburgo. Fue profesor de Química en la Royal Military Academy, Woolwich, de Londres y de Medicina en el St Thomas' Hospital, también de Londres. Falleció en Lymington, Hampshire en 1795.

Pionero en el estudio de la capacidad calorífica de los sistemas y el calor de las reacciones químicas, en su obra más importante llamada “Experiments and Observations on Animal Heat” 1779, expuso sus experiencias sobre la respiración animal, incluso dos años antes de que lo hiciera **Antoine Lavoisier**, manteniendo todavía la teoría del flogisto.

Al final de su vida **Crawford** publicó un texto titulado "Experimental Enquiry into the Effects of Tonics and Other Medicinal Substances on the Cohesion of Animal Fibre", que ofrece su manera de entender la Química.

La Disertación junto a otros trabajos de **Ruiz de Luzuriaga**, iba a ser publicada en el primer volumen de las Memorias que pensaba editar la Academia, pero ante la tardanza de la aparición de esta revista, se publicó como volumen independiente en 1796¹. También publicó una "Disertación médica sobre el cólera de Madrid" en 1796 y un "Ensayo apologético en el que se prueba que el descubrimiento de hacer potable el agua de mar por medio de la destilación se debe a los españoles y se propone un nuevo método para desalar dicha agua". (151)

En 1801 introdujo la vacunación antivariólica, siendo uno de sus más activos propagadores en todo el país, escribiendo un informe para la Real Academia de Medicina titulado "Informe imparcial sobre el preservativo de las viruelas". Es obligado recordar en este punto al médico militar **Francisco Javier de Balmis y Berenguer** (1753-1819) que dirigió la llamada Real Expedición Filantrópica de la Vacuna para llevar la vacuna de la viruela a las colonias españolas de América y Filipinas. Partió del puerto de La Coruña en noviembre de 1803, regresando en 1806. Ideó un sistema muy ingenioso para que el principio activo llegara a sus destinatarios, utilizando niños a los que fue inocularo la vacuna de uno a otro hasta terminar el viaje.

En 1965, **Manuel Usandizaga** publicó un texto denominado "Ignacio María Ruiz de Luzuriaga en los fenómenos químicos de la respiración de la sangre", en el que defendía la tesis de que su biografiado había sido el primer científico que comprendió y explicó el mecanismo íntimo de la respiración animal. (243)

Quince años más tarde los historiadores **Ramón Gago y Juan Carrillo**, del Departamento de Historia de la Medicina de la Facultad de Medicina de Málaga, describían, en un documentado trabajo, como la supuesta importante aportación de **Ruiz de Luzuriaga** al esclarecimiento del mecanismo químico de la respiración animal, no era más que un simple plagio de la obra del científico británico **Adair Crawford**. (105)

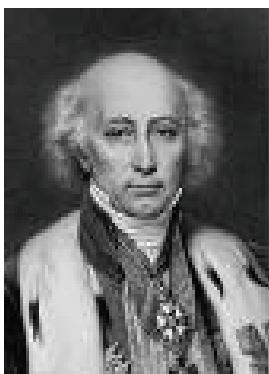
En su "Diccionario" el profesor **José María López Piñero** incluye este trabajo en el apartado de "Literatura secundaria" sobre **Ruiz de Luzuriaga** como: "aportación documental complementaria, pero con una incomprendible acusación de plagio a **Crawford**, ocultando las abundantes y elogiosas citas que de él hace **Luzuriaga**". (151)

No es, ni mucho menos, nuestra intención entrar a sopesar las afirmaciones de estos historiadores de la Ciencia, siempre se ha tenido a **Ruiz de Luzuriaga** como el descubridor de una línea de investigación que condujo a demostrar por parte de **Eduard Pflüger** (1829-1910) que la respiración es un proceso intracelular. A una teoría similar llegó en la misma época el gran científico francés **Joseph Louis Lagrange** de forma independiente de la del español, como afirmó **Marcel Florkin** (1900-1979), y no se le acusó de plagio.

Aunque el trabajo de **Gago** y **Carrillo** presenta párrafos comparativos en los dos idiomas de ambos trabajos, pero con el mismo contenido, creo que no debemos restar méritos al médico y químico español que si bien es posible que conociera los trabajos del que fue su maestro supo obtener unos resultados en beneficio de la salud de sus contemporáneos.

MATEO BUENAVENTURA ORFILA I ROTGER 1787-1853

Nació en Mahón en 1787 y falleció en París en 1853, perteneciente a una familia de clase media dispuso en su hogar del ambiente cultural necesario para fomentar sus ansias de conocimiento.



Mateo Orfila i Rotger
(1787-1853)

Los primeros pasos profesionales tuvieron lugar en la Marina estando embarcado durante cuatro años en un navío que recorría la costa norte de África. Al terminar su periplo marítimo marchó a estudiar Medicina a Valencia en 1805, donde aprendió Química de forma autodidacta.

A los 18 años se trasladó a Barcelona donde se relacionó con los químicos de esta ciudad, especialmente con **Francisco Carbonell y Bravo** (1768-1837), formándose durante dos años y destacando como uno de los mejores alumnos de su facultad, esto le valió una beca para ampliar sus conocimientos con **Joseph Louis Proust** en París a donde llegó en 1806 y allí permaneció el resto de sus días.

Tras algunos contratiempos económicos originados por la Guerra de la Independencia, que significaron el cese de la ayuda de la Junta y que fueron subsanados por un familiar de Marsella, se doctoró en Medicina en 1811 dedicándose a la Toxicología ciencia de la que se considera fundador.

Desechó una oferta para enseñar Química en Madrid al ser rechazado su plan de estudios, pero ganó la Cátedra de Medicina legal de la Facultad de Medicina de la Universidad de París en 1819, adquiriendo la nacionalidad francesa. En 1823 fue nombrado Catedrático de Química, ocupando el puesto de Decano de esta misma institución entre 1831 y 1848. La revolución de 1848 le hizo perder el cargo de decano, pero siguió impartiendo clases hasta su fallecimiento en 1853.

Desde su cátedra actuó como experto consultor en numerosos juicios, llegando a alcanzar fama de infalible, siendo un experto con la técnica de Marsh utilizada para determinar arsénico. (184)

En 1813 publicó el “*Traité des poisons tirés des trois Regnes u toxicologie générale*”, del que hay muchas ediciones, todas con variantes de consideración, la quinta, enteramente refundida, es de 1844, texto que sería traducido al inglés, alemán, español e italiano. También publicó “*Eléments de Chimie Médicale*”, en 1817, cuya traducción al castellano fue hecha por el mismo autor en 1818. La calidad de sus publicaciones era tal que algunas como sus “*Leçons de Médecine Légale*”, de 1821, alcanzaron hasta cuatro ediciones ya en 1848. El primer texto en castellano que se hizo eco de la teoría Atómica en la Química fue el publicado en Madrid por **Orfila** en 1822 pero traducido del francés. (187)

AGUSTÍN YÁÑEZ Y GIRONA 1789-1861

Hijo del también farmacéutico **Luis Yáñez y Rovira**, transcurrió su infancia en la Farmacia **Salvador** y en el museo de Historia Natural anejo a ella.



Después de los estudios elementales, cursa durante los años 1803 y 1804, Cosmografía, Matemáticas y luego Física, Química y Botánica en el Real Colegio de Cirugía donde fue discípulo de **Juan Ametller**. Al suprimirse la Cátedra de Química, pasó a ser discípulo de **Francisco Carbonell**, estando presente cuando se produjo la explosión, que dejó tuerto al profesor y herido al entonces estudiante **Agustín Yáñez**.

Al crearse el Real Colegio de San Victoriano ingresa como discípulo, pero debido a sus conocimientos se le dispensan los tres primeros cursos y se examina finalmente en 1816.

Gana brillantemente la oposición a cátedra de los Colegios de Farmacia, siendo propuesto para la de Madrid, pero él se decide por la de Barcelona, vacante por la renuncia de **Borbolla**. Aunque especializado en la Historia Natural, podía explicar

con toda competencia otras asignaturas. En Junio de 1821 editó su “Lecciones de Historia Natural”, primera obra didáctica sobre el tema que fue reeditada en 1845. En 1842 apareció su diccionario de Historia Natural y Agricultura titulado “Dios y sus obras”, redactado a partir de las obras de **Buffon, Cuvier, Lacépède, Félix-Edouard Guérin-Méneville** (1799-1874) y otros autores franceses. (17)

Al crearse la Facultad de Ciencia de Curar quedó como supernumerario, y pasó a la Universidad para explicar la asignatura de Mineralogía y Geología.

Durante la reacción absolutista fue cesado en 1824 volviendo al Colegio de San Victoriano en 1830. Siendo todavía profesor en el Colegio es nombrado catedrático de Física experimental en la facultad de Filosofía en 1841, que se había trasladado desde Cervera, siendo nombrado Vicerrector en 1844.

Al incorporarse la Facultad de Farmacia a la Universidad en 1845, según la ley **Moyano**, ocupa en propiedad la Cátedra de Botánica aplicada y su Materia Farmacéutica, siendo elegido Decano en el curso 1855-1856. Fue nombrado Rector en comisión para no dejar la docencia en 1856, cesando y jubilándose en 1857. Tuvo también actividad política, siendo alcalde de Barcelona y diputado provincial.

JERÓNIMO DEL CAMPO Y ROSELLÓ 1802-1861

Nació en Madrid el 30 de septiembre de 1802, falleciendo el 3 de marzo de 1861. En 1817 ingresó en el Seminario Patriótico de Vergara para estudiar Humanidades, Matemáticas e idiomas.

Cuatro años después se matriculó en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos y en 1823 ya era profesor de Mecánica Racional, Cálculo integral y diferencial.

Teniendo en cuenta la escasa relación de España con la cultura científica europea, **Jerónimo del Campo** fue uno de los pocos científicos que salieron al extranjero durante el siglo XIX para completar y actualizar su formación científica. En 1827 estaban en París como discípulos de **Louis Jacques Thenard** (1777-1857), **Jerónimo del Campo, José Luis Casaseca y Silván** (1800-1869) y otros españoles, su presencia según el académico **Juan Vernet Ginés** se debió a la huida en masa de españoles en 1823 a Francia e Inglaterra. (252)

Volvió a la Escuela de Caminos en 1834 encargándose de la enseñanza de Álgebra y Geometría Analítica. Fue director del observatorio astronómico de Madrid.

Individuo de número y fundador el 3 de abril de 1847 de la Real Academia Española de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Ocupó la medalla número 20 por Ciencias Exactas y fue Contador de la misma.

Llegó a Inspector general del Cuerpo de Ingenieros de Caminos y a director de la Escuela Preparatoria para el ingreso en las Especiales de Ingenieros de Caminos, de Minas y de Arquitectura. (151)

En mayo de 1852 formó parte, junto con otros académicos, del pleno que aprobó el informe necesario para realizar el Mapa Topográfico Nacional.

Autor de varias producciones científicas, tradujo el “Tratado de Mecánica racional”, del físico y matemático francés, **Siméon Denis Poisson** (1781-1840), y el “Cálculo” de **Bouchardart**. (252)

JUAN JOSE ANZIZU YARZA 1802-1865

Nacido en Hernani cursó los primeros estudios en San Sebastián continuando en Barcelona donde fue alumno brillante del Colegio de San Victoriano.

Se doctoró en 1830 y en el mismo año gana por oposición la Cátedra de Materia Farmacéutica en el Real Colegio de Farmacia de San Fernando de Madrid. En 1835 es nombrado Boticario de Cámara, abandonando la cátedra por este motivo.

Vuelto a Barcelona se encarga interinamente de la Cátedra de Materia Farmacéutica, vacante por la cesantía de **Tomás Balvey**. (182)

En 1845 con la reforma universitaria de la Ley Moyano ocupa, en propiedad, la Cátedra de Mineralogía y Zoología aplicadas y Materia farmacéutica. Se retiró el curso 1861-62. (118)

Entre sus publicaciones está el “Discurso pronunciado en la solemne inauguración de los estudios de la Universidad Literaria de Barcelona en 1853.

JOAQUÍN BALCELLS Y PASCUAL 1807-1879

Se graduó de bachiller en Farmacia en el Colegio de San Victoriano de Barcelona en 1822, alcanzando los títulos de Licenciado y doctor en Farmacia en 1832.

Estudió Física y Química en el Real Colegio de San Fernando de Madrid y matemáticas en la Junta de Comercio de Barcelona.

Ocupó, entre 1830 y 1837, la Cátedra de Física experimental en la Universidad de Cervera, pasando a explicar Física aplicada a las artes en la Junta de Comercio, y en 1851 en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona. (182)

Realizó varios análisis de aguas y son sus trabajos más importantes las investigaciones sobre el vibrión colérico en la epidemia que afectó a Europa entre 1854 y 1856. (151)

COSME GARCÍA SÁEZ 1818-1874

Nació en Logroño en 1818, y desde temprana edad demostró una gran pasión por la mecánica. Trabajó como militar mejorando armas y, así, inventó una carabina de retrocarga, de la que el certificado oficial reflejaba que podía realizar más de 3.000 disparos sin que fallara el mecanismo y sin necesidad de limpiar el arma. De esta arma se llegaron a fabricar 500 unidades en Oviedo para dos batallones de cazadores, pero en una actuación rocambolesca fueron robadas durante la llamada revolución Gloriosa, desapareciendo la mayoría de ellas y la oportunidad de utilizar un invento español.

Durante algunos años trabajó en Madrid como funcionario donde construyó unas máquinas para matasellar en las oficinas de correos. Fue regente de la Imprenta Nacional e ideó mejoras en la fundición de los caracteres de imprenta, llegando el rector de la Universidad Central a encargarle una imprenta con caracteres griegos.

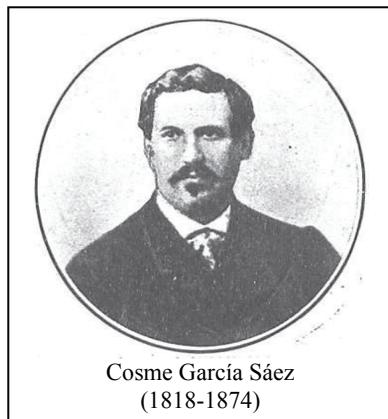
Con los recursos obtenidos fabricó un modelo de submarino que probó en Barcelona en 1858. El navío consistía en un cilindro de metal de unos tres metros de eslora que se sumergía gracias a la inundación de varios depósitos adosados al casco y que se impulsaba con remos. Aunque la prueba no marchó muy bien **Cosme García** quedó satisfecho con el resultado y llevó su invento a Madrid, exponiéndolo en la calle San Hermenegildo, con la ilusión de atraer la atención del gobierno, aunque sin conseguirlo.

En Barcelona proyectó un submarino mayor que el anterior que patentó en París en 1861. Previamente había realizado una demostración pública en Alicante en agosto de 1860. Según el oficio del Comandante de Marina de esa ciudad “*la máquina que es de planchas de hierro, se sumergió con Cosme y su hijo Juan, permaneciendo bajo el agua veinte y siete minutos, después ascendió a flor de agua girando varias veces, en superficie como entre aguas con facilidad*”.

Este submarino era una especie de bote con una torreta en el centro de la cubierta, cerrada por una tapa, y varias ventanillas acristaladas repartidas por todo el casco. Llevaba unos timones de profundidad dispuestos horizontales en las amuras e

iba propulsado por una hélice manual cuya transmisión hacía funcionar también la bomba de achique de los tanques de lastre situados a proa y a popa. (66)

El éxito de las pruebas hizo albergar a **Cosme García** esperanzas y así construyó un modelo del aparato todo de cobre, que trasladó a Madrid, para presentarlo a Isabel II. Fue llamado a palacio, la reina admiró el sumergible, pero avisó a García que el gobierno no podía financiar ni comprar el aparato debido a los gastos de la primera guerra de África. **Cosme García**, viajó a París, donde creía que su obra sería tenida en cuenta, **Napoleón III** y sus técnicos examinaron el *Garcibuzo*, y se le invitó a trasladarse a Tolón, para construir uno, pero rechazó la oferta.



El *Garcibuzo* quedó anclado en Alicante, hasta que la autoridad portuaria informó que molestaba el tráfico marino, y fue su hijo **Enrique García** el que lo mandó al fondo del mar donde aún permanece.

Su hijo, **Juan García Porres**, ofreció toda la documentación del aparato al Ministerio de Marina en 1898 cuando el conflicto con los Estados Unidos de Norteamérica, respondiéndosele que sólo en caso excepcional podía ser considerado como arma de guerra.

Pobre, sin ilusión y teniendo que pedir limosna, falleció en Madrid a los 55 años. En 1917 el consejo de ministros otorgó el nombre de *Cosme García*, a uno de los submarinos de la Armada Española de Clase A adquiridos a Italia, y posteriormente a otro, el S-34, el remozado USS Bang, procedente de la ayuda norteamericana. (195)

NARCISO MONTURIOL i ESTARRIOL 1819-1885

Nació en Figueres el 28 de septiembre de 1819. Obtuvo su título de Bachiller en Cervera y estudió Derecho en Barcelona donde se vio influenciado por los primeros movimientos obreros, participando en revueltas, publicando panfletos y algunos artículos en "El Republicano"; estas actividades le costaron sucesivos confinamientos fuera de su tierra natal.

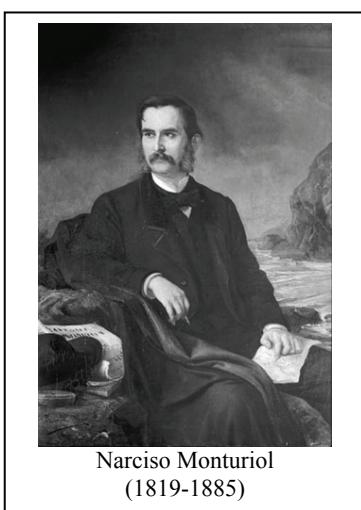
Abogado sin ejercicio, cajista, oficio que le proporcionó la subsistencia en algunos momentos y pintor eventual, fueron sus primeras profesiones, y aunque ejerció como periodista durante gran parte de su vida fundando diversas publicaciones,

su vocación estuvo en otro campo. Observó, estudió y con el tiempo logró una formación autodidacta de primer orden en el campo de la ingeniería.

En Cadaques vio las duras condiciones de trabajo de los pescadores de coral, y para hacer sus tareas más fáciles se le ocurrió fabricar un barco pez. A partir de 1857 se dedicó de lleno a su sumergible, pensado en principio para la pesca de coral, aunque más adelante amplió sus posibles usos militares.

Trabajó con ahínco para conseguir la financiación de su idea y con un capital de 10000 pesetas, de las que disponía de treinta reales diarios como sueldo, comenzó a dar forma a su idea, un barco que navegase bajo el agua. En los talleres, El Nuevo Vulcano de la Barceloneta, se empezó a construir al barco pez.

El *Ictíneo I* fue botado el 28 de junio de 1859, no con mucho éxito, pues se rompieron los cristales y tuvo problemas de estanqueidad. Tenía doble casco de madera de roble y olivo reforzado con cobre, y medía 7 metros de eslora, 2,5 de manga y 3,5 de puntal, desplazando 8 toneladas en superficie y podía albergar 6 tripulantes que movían la hélice impulsora. La inmersión la conseguía inundando los tanques existentes entre los dos cascos, esta fue una gran aportación de Monturiol, y para vaciar el agua y emerger soplaba el agua con aire comprimido.



Efectuó más pruebas en Barcelona, y en marzo de 1861 fue remolcado hasta Alicante por el vapor de ruedas *Colón*. En ese puerto realizó las pruebas oficiales ante el ministro de Marina, **Juan de Zavalá y da la Puente** (1804-1879), el ministro de Fomento, **Rafael Bustos y Castilla Portugal** (1807-1894), comisiones del Congreso y Senado, y representantes de la Academia de Ciencias; lo que demuestra el gran interés que había despertado. A pesar del mal tiempo reinante aquel día, la prueba fue un éxito que provocó el entusiasmo popular, aunque el gobierno mantuvo cierta indiferencia. **Narciso Monturiol** llegó a realizar un total de 54 inmersiones y alentado por un cierto éxito, en 1862 decidió hacer un submarino mayor que subsanara los defectos encontrados en este primer modelo.

Para la construcción del *Ictíneo II* contó con la colaboración del ingeniero **Juan Monjo i Pons** (1818-1884) y el barco fue botado en 1864, tenía 17 metros de eslora y 3 de manga, llegó a sumergirse hasta 30 metros con una tripulación de 20 hombres que inicialmente movían la hélice con su esfuerzo. Al no alcanzar los 2,5 nu-

dos, **Monturiol** le colocó una caldera de vapor, diseñada por su yerno el ingeniero **José Pascual y Deop**, alimentada por carbón que le proporcionaba 8 CV en navegación en superficie. Para utilizarla en inmersión quemaría clorato potásico, zinc y peróxido de manganeso, que no producía humo ni consumía oxígeno, aunque generaba mucho calor que aumentaba la temperatura dentro de la nave y hacía difícil tripularla. Con la caldera de vapor se probó en navegación en superficie en 1867, pero la caldera química sólo funcionó en los talleres.

El sumergible logró hacer muchas inmersiones con éxito, realizadas con la esperanza de interesar al gobierno, pero no sucedió nada de esto, la elevación de los costes y el desinterés oficial produjo la quiebra de la sociedad, La Navegación Submarina, que financiaba el proyecto en 1868, y el barco fue embargado, desguazado y vendido como chatarra para pagar a los acreedores.

Aunque abatido por la incomprendición oficial para con su *Ictíneo II*, **Narciso Monturiol** siguió luchando y en 1873 fue nombrado director de la Fábrica de Moneda y Timbre de Madrid donde dejó muestras de su ingenio. Sus barcos mejoraron claramente a otros submarinos decimonónicos como el *Turtle* de **David Bushnell** (1742-1824), el *Nautilus* de **Robert Fulton** o el *Brandtaucher* de **Wilhem Bauer** (1822-1875); y prepararon la gloria del cartagenero **Isaac Peral** (1851-1895) creador del primer torpedero submarino en 1885.

Narciso Monturiol falleció en 1885, arruinado, agobiado por un enfisema pulmonar, pero rodeado por el cariño de los suyos y habiendo dejado varias memorias sobre la navegación submarina. (124), (195), (204a).

Como ocurre en muchos otros casos con el paso de los años la sociedad reaccionó y aparecieron calles y edificios públicos con su nombre y la Marina rebautizó como *Monturiol* a un submarino comprado a Italia en 1917 que participó en la Guerra de África, al que vemos en muchas fotografías junto con su hermano el *Cosme García* del mismo origen y con el nombre del otro inventor. Más modernamente se rodó una película con su vida, dirigida en 1993 por **Francesc Bellmunt**, con el título “Monturiol, el senyor del mar”.

ISAAC PERAL y CABALLERO 1851-1895

Nació en Cartagena en 1851, sus padres fueron **Juan Manuel Peral y Torres**, capitán de infantería de marina e **Isabel Caballero y Díaz**, siendo de corta edad pasó a vivir en Cádiz con su familia. En julio de 1865 realizó el examen de acceso al Colegio Naval Militar de San Fernando, donde comenzó sus estudios, aplicándose por entero a la Aritmética, la Geografía y Álgebra, graduándose como guardiamarina de segunda clase al año siguiente.

En 1870 y ya ascendido a guardiamarina de primera clase estuvo embarcado en las fragatas *Numancia* y *Victoria*. En 1877 fue designado para ampliar estudios en el Observatorio Astronómico de San Fernando durante cuatro años. Cuando en 1882 se creó la nueva Escuela de Ampliación de Estudios de la Armada fue encargado de la Cátedra de Física matemática, estando en esta situación proyectó y diseñó su submarino, al que dedicó el período de 1885 a 1890 y que llamó torpedero submarino.

Su formación como marino y sus conocimientos en electricidad le llevaron a atacar el problema de la navegación en inmersión, principal problema de los sumergibles de su tiempo. En 1885, espoleado por la ocupación alemana de las islas Carolinas, puso en conocimiento de la Marina su proyecto de navegación submarina que tras un riguroso análisis, por parte de los más cualificados científicos de la mencionada Escuela de Ampliación, se admitió que fuese trasladado al ministro de Marina, vicealmirante **Manuel de la Pezuela y Lobo Cabrilla** (1817-1899), quien recibió el proyecto con caluroso entusiasmo, paro por desgracia, los sucesivos ministros que le sucedieron demostraron indiferencia o una abierta hostilidad.



Isaac Peral Caballero
(1851-1895)

Gracias al apoyo de la Reina Regente Doña **María Cristina Habsburgo-Lorena** (1858-1929), la construcción del submarino comenzó en el arsenal de La Carraca (Cádiz) en octubre de 1887 y se botó el 8 de septiembre de 1888. Previamente, **Peral** había recorrido Europa adquiriendo aparatos ópticos en París, torpedos en Berlín, acumuladores en Bruselas y motores eléctricos, hélices y tubos lanzatorpedos en Londres.

El resultado, fue una nave de 22 metros de eslora y 79 toneladas de desplazamiento en superficie con el casco, cuadernas y mamparas de acero. La propulsión se obtenía con dos motores eléctricos de 30 caballos cada uno, suministrando la energía una batería de 613 elementos. En el taller montado en la Academia de Ampliación, **Peral** construyó el aparato de profundidades destinado a mantener automáticamente la cota de inmersión y sistema vital del navío.

Las pruebas oficiales se desarrollaron a lo largo de 1889 y 1890, conviene resaltar que no se le concedió permiso para efectuar la prueba clave que había solicitado el inventor, consistente en atravesar, sumergido, el estrecho de Gibraltar, desde Algeciras hasta Ceuta. En septiembre de 1889 tuvieron lugar las pruebas de estabi-

lidad, comprobándose que, con marejadilla de través, el submarino daba balanceos de 20 grados y si recibía la mar por la proa, las cabezadas eran insignificantes. El 17 de noviembre se realizaron las pruebas de navegación en inmersión que culminaron el día de Navidad cuando navegó correctamente, en inmersión, a una profundidad de 9 metros.

A pesar de algunos inconvenientes, la mayoría no achacables al navío, el submarino demostró, que podía navegar en mar abierto, en inmersión, con el rumbo y cota predefinidos. La Comisión Técnica nombrada al efecto, avaló inicialmente el éxito de las pruebas del primer submarino de la historia, sin embargo, las autoridades del momento solicitaron más pruebas adicionales, algunas de ellas implicaban unas prestaciones muy superiores a las del proyecto.

Aunque las nuevas pruebas fueron razonablemente positivas el Consejo Superior de la Marina, en 1890, dictaminó que el *Peral* no alcanzaba las condiciones que su autor había prometido y desecharon el invento, no autorizando la construcción de un segundo submarino en el que se subsanarían las deficiencias del primero.

Según parece se produjo una campaña de desprestigio contra el inventor, al cual no le quedó más remedio que solicitar la baja en la Marina, en 1891, e intentar aclarar a la opinión pública la verdad de lo sucedido.

La calidad de su trabajo como ingeniero fue muy importante y puso a España a la cabeza de esta tecnología cuando nuestro retraso técnico general era evidente. La obra de Peral fue desacreditada sin llegar a comprobarse la eficacia de su proyecto, en un momento en que el ambiente político no era propicio a los avances de la ciencia.

Ya en la vida civil, fundó diversas empresas industriales, una de ellas en Madrid dedicada a la fabricación de acumuladores eléctricos, y montó las veintidós primeras centrales de alumbrado de España.

En 1895 se trasladó a Berlín para ser operado de un tumor originado cuando; en 1881, en Filipinas, un barbero le cortó una pequeña verruga en la sien izquierda; del que fue intervenido primero en 1890 por el doctor **Federico Rubio y Galí** (1827-1902) y finalmente en Alemania, donde falleció de meningitis a los 45 años. (151), (66)

He reunido, aun saltándose el orden cronológico, a tres personajes que dedicaron sus esfuerzos a resolver el reto científico de la navegación submarina, quizás con el deseo de proporcionar a nuestra marina de guerra un arma nueva, que equilibrara su situación, un tanto retrasada en aquellos momentos.

De aquella época, llama la atención el tesón de estos investigadores e inventores, que partiendo casi de la nada fueron capaces de crear artefactos que en su momento resultaron realmente revolucionarios, aunque por desgracia fueron rechazados o ignorados por la clase política que, tras los aplausos y el asombro inicial, terminaba dándoles la espalda

De igual manera, no acabaron bien sus aparatos, fueron al fondo del mar, aplastado por un barco mercante o desguazado, y solo el de **Isaac Peral**, después de mantener el casco a flote en el Arsenal de Cartagena, se convirtió en monumento público en honor de su inventor.

La lucha de estos inventores no fue contra las lagunas científicas que todavía quedaban por resolver y que ellos salvaron adelantándose a su tiempo con ingenio y dedicación, sus enemigos fueron la carencia de medios, la falta de visión de futuro y la envidia de otras personas. Todavía hoy podemos leer en una réplica de **Javier Sanmateo Isaac Peral**, bisnieto del inventor: “*En la época de Peral, la campaña de prensa emprendida en su contra y fomentada por intereses espurios tuvo un origen muy concreto y bien conocido hoy en día. Afortunadamente, se sabe quienes fueron los responsables de la infamia y cuales sus motivaciones*”. (229b)

JOSÉ EUGENIO OLAVIDE LANDAZÁBAL 1836-1901

Nació en Madrid en 1836 y estudió medicina en esta ciudad obteniendo el título de licenciado en 1858.

Después de una estancia en París, trabajó en el hospital de San Juan de Dios de Madrid en donde inició la especialidad de dermatología en España, también fue un entusiasta de la microbiología y la parasitología.

En 1872 publicó un trabajo del examen microbiológico del aire del hospital en colaboración con el cirujano **Federico Rubio y Galí**, consiguiendo que se creara un laboratorio de anatomía patológica y microbiología.

Publicó entre 1871 y 1873 una magnífica y gigantesca obra titulada “Dermatología general y clínica iconográfica de enfermedades de la piel”, que tuvo gran difusión y en 1878 publicó “Las enfermedades cutáneas producidas por vegetales parásitos”. Falleció en Madrid en 1901. (151)

EDUARDO TORROJA CABALLÉ 1847-1918

Nació en Tarragona en 1847, cursando los estudios de perito agrícola y obteniendo los doctorados de Ciencias Exactas y Arquitectura. Fue inicialmente ayudante del Observatorio Astronómico de Madrid y catedrático de la Universidad de Valencia.

En 1876 obtuvo la Cátedra de Geometría descriptiva de la Universidad de Madrid que ostentó hasta 1916, siendo elegido en 1891, miembro de la Real Academia de Ciencias.

En 1879 publicó “Axonometría”, obra dividida en tres partes, en la que estudiaba la perspectiva lineal y de proyección cilíndrica, la axonometría y la solución del teorema de **Karl Pohlke** (1820-1876), y el de **Oscar Schlomilch** (1823-1901).

En 1884 editó un texto sobre los determinantes, teoría que acababan de ser introducida en España por **José Echegaray y Eyzaguirre** (1832-1916).

Introdujo en España la Geometría Sistémica creando una verdadera escuela a la que pertenecieron **Miguel Vegas Puebla Collado** (1856-1943), **José Álvarez Ude** (1876-1958), **Cecilio Jiménez Rueda** (1858-1950), **Julio Rey Pastor** (1888-1962) y **Antonio Torroja y Miret** (1888-1974). (245)

Este repaso de las biografías de los científicos y técnicos que trabajaron en los años que recoge nuestro trabajo deja al descubierto que en España existían, en las Ciencias Naturales, en la Química, en la Ingeniería y en la Medicina, buenos experimentadores capaces de realizar trabajos importantes, pero no se dedicaba ningún esfuerzo en lo que hoy llamamos investigación básica, no encontramos leyes con apellido español, y por tanto dependíamos de los científicos extranjeros, yendo siempre un paso por detrás de ellos.

VII

La Química en el Mundo

Antes de pasar a contar muy brevemente la Historia de la Química en el período de nuestro trabajo buscaremos una definición adecuada de esta rama de la Ciencia.

Cuenta **José Ramón Bertomeu** que en la famosa “Encyclopédie” francesa de mediados del siglo XVIII se afirmaba que “*el gusto por la química era una pasión de locos. Los químicos formaban un pueblo distinto, muy poco numeroso, con su lengua, sus leyes, sus misterios, casi aislado, en medio de gentes poco curiosas por conocer sus actividades, que no esperaban nada de su arte*”. (52)

No estaban muy descaminados los enciclopedistas pues treinta y cinco años antes de este 1784 que hemos tomado como fecha inicial de nuestro trabajo, el químico y académico francés **Pierre Joseph Macquer** dio una definición de la Química en su “*Élémens de chimie théorique*” que **Carlos Solís Santos** recoge en su “*Historia de la Ciencia*” y que pone de manifiesto la dificultad que tenían en aquellos tiempos para formular una definición escueta y eficaz. (233)

“*Separar las diferentes sustancias que entran en la composición de un cuerpo, examinar cada una de ellas en particular, reconocer sus propiedades y sus analogías, descomponer nuevamente las sustancias ya separadas, si ello es posible; compararlas y combinarlas con otras sustancias, reunirlas y recombinarlas de nuevo entre sí, haciendo reaparecer al mismo originario con todas sus propiedades, este es el objeto y el objetivo principal de la Química*”. (233)

El catedrático y decano de la Facultad de Farmacia don **Rafael Sáez y Palacios** decía en 1877: “*Es la química entre todas las ciencias la más moderna, mas no por esta circunstancia es la menos interesante. Para aparecer la química como ciencia ha sido necesario todo el tiempo transcurrido hasta el último tercio del siglo que precede, y todavía puede añadirse hasta principios del presente. Los fenómenos químicos que la naturaleza ofrece a nuestra observación son difficilísimos de comprender, y mal podía ordenarlos para establecer algo que tuviese carácter de ciencia; por lo tanto, no debe sorprendernos que los filósofos de todos los siglos precedentes, no hayan llegado a constituir la ciencia química*”. (221)

El profesor español **Santiago Bonilla Mirat** (1894-1899) en 1897 decía que la Química es la ciencia que tiene por objeto “*el estudio de los elementos químicos, el de los compuestos que resultan de su combinación, el de las fuerzas en virtud de las cuales se realiza esta combinación y las leyes que la rigen y por último, el de las hipótesis y teorías inventadas para explicar las causas de los fenómenos químicos*”. (53)

No hay una gran diferencia entre estas dos definiciones separadas por un siglo aunque en la segunda se aprecia cierta tendencia a la comprensión de las leyes que efectivamente habían proliferado durante el lapso de tiempo que separaba ambos libros.

Hemos visto como los enciclopedistas hablaban de la Química como un arte, en 1957 el profesor **Horace Deming** seguía utilizando esta idea y escribía que:”*un arte trata de crear y una ciencia intenta explicar. La química moderna se ocupa de ambas cosas, como arte trata de enseñar que propiedades deben tener las sustancias para resultar apropiadas para determinado uso, como pueden preservarse o alterarse las propiedades de una sustancia y cómo pueden crearse nuevas sustancias con fines prácticos. Como ciencia, la Química trata de explicar los hechos que encuentran aplicación en las artes químicas. La ciencia química es una forma de pensar acerca de las transformaciones de la materia, lo cual nos ayuda a comprenderlas, predecirlas y controlarlas*”. (85)

Recurriendo a un moderno Diccionario Técnico encontramos una definición que nos satisface más. “*Química: Estudio científico de las propiedades, composición y estructura de la materia, de sus cambios y de la energía que les acompaña*”. (97)

Pero es necesario volver atrás en el tiempo y situarnos en las fechas de nuestro trabajo en donde todavía los químicos constituían un pequeño colectivo de locos necesitados de orden y unanimidad en su forma de pensar.

Apoyándonos en la tabla que incluye **Charles Albert Reichen** en su libro, “Historia de la Química” hemos confeccionado el siguiente resumen incluyendo sólo los acontecimientos relacionados con esta ciencia que ocurrieron dentro de los límites cronológicos de nuestro trabajo. (201)

FECHA	AUTOR	EVENTO
1783	Antoine Lavoisier y al.	Publicación de la nueva nomenclatura
1789	Antoine Lavoisier	Publicación del <i>Tratado elemental de química</i>
1801	Louis Joseph Proust	Demuestra la ley de las proporciones definidas
1803	Claude Louis Berthollet	Publica la <i>Estática química</i>
1806	Friedrich Wilhelm Sertürner (1783-1841)	Descubrimiento de la morfina
1807	Humphrey Davy (1778-1829)	Aísla por electrolisis el sodio y el potasio
1808	John Dalton	Publica <i>Nuevo sistema de filosofía química</i>
1811	Amadeo Avogadro	Propone su hipótesis
1818	Jöns Jacob Berzelius	Publica tabla de pasos atómicos
1823	Justus von Liebig	Descubrimiento de la isomería
1823	Michel Eugène Chevreul (1786-1889)	<i>Investigaciones químicas sobre los cuerpos grasos de origen animal</i>
1828	Friedrich Wöhler	Realiza la síntesis de la urea
1835	Jöns Jacob Berzelius	Publica <i>Teoría de las proporciones químicas</i>
1838	Henri Victor Regnault (1810-1878)	Polimeriza el Cloruro de vinilo
1840	Eduard Simon	Polimeriza el estireno (47)
1849	Adolphe Charles Wurtz (1817-1884)	Descubre las aminas
1852	Edward Frankland (1825-1899)	Introduce el concepto de valencia
1854	Pierre Marcelin Berthelot	Sintetiza el alcohol metílico
1856	Henry Bessemer (1813-1898)	Presenta su convertidor
1857	Louis Pasteur	Descubre el proceso de la fermentación
1858	Friedrich August Kekulé (1829-1896)	Descubre la tetravalencia del carbono
1860	Nikolay Nikolaevich Zinin (1812-1880)	Aísla la anilina
1862	Pierre Marcelin Berthelot	Sintetiza el benceno
1866	Friedrich August Kekulé	Propone la teoría del núcleo bencénico

FECHA	AUTOR	EVENTO
1867	Alfred Nobel	Descubre la dinamita
1868	Dimitri Ivanovic Mendeléev	Publica la primera Tabla Periódica de 63 elementos
1871	Ernest Solvay (1838-1922)	Nuevo procedimiento de fabricación de sosa
1875	Paul É. Lecoq de Boisbaudran (1838-1912)	Confirma la Tabla Periódica con el galio
1877	Charles Friedel (1832-1899)	<i>Nuevo método de síntesis de hidrocarburos</i>
1880	George W. Kahlbaum	Prepara el metacrilato de metilo
1885	Jacobus Enricus Van't Hoff	<i>Tratado del equilibrio químico</i>

Si bien es verdad que la Química había tenido unos avances importantísimos todavía existía gran confusión a la hora de utilizar los átomos, moléculas y equivalentes puesto que no se habían establecido de manera unívoca los pesos atómicos de cada elemento.

El químico francés **Claude Louis Berthollet** de origen humilde y encumbrado a la nobleza por su habilidad política con Napoleón y los Borbones, estableció en 1803 en su “Estática química” las leyes acerca de la combinación en las reacciones químicas, adelantándose tres cuartos de siglo a los químicos físicos. (221)

Pero las leyes ponderales de las combinaciones químicas encontraron una explicación satisfactoria en la teoría formulada por **John Dalton** profesor de Física y Química en Manchester, formulada en 1803 y publicada en 1808 en su famosa obra “A New System of Chemical Philosophy”.

La teoría suponía que los elementos estaban compuestos por átomos, que los de un mismo elemento eran iguales y los de distintos elementos tenían diferente masa y propiedades, estando los compuestos formados por la unión de átomos de los correspondientes elementos que lo forman en una relación numérica sencilla.

La teoría de **Dalton** no podía explicar la ley del químico francés **Joseph Louis Gay Lussac** que también había formulado en 1808 y donde se decía que en cualquier reacción química los volúmenes de todas las sustancias gaseosas que intervienen en la misma están en una relación de números sencillos. **Dalton** llegó a la conclusión que debía descartar los resultados de **Gay Lussac** por inexactos y por el

contrario si era cierta la teoría del francés, quedaban en entredicho los postulados del propio **Dalton**.

Fue en 1811 cuando el físico italiano **Amadeo Avogadro, conde de Quaregna**, reconcilió ambos hechos sugiriendo que las últimas partículas de los gases elementales no son átomos sino agregados de ellos, a los que dio el nombre de moléculas. También propuso la idea de que en las mismas condiciones de presión y temperatura, volúmenes iguales de todos los gases contienen el mismo número de moléculas. Esta sugerencia permaneció olvidada hasta 1858, cuando su reintroducción dio lugar a avances decisivos, el llamado Número de Avogadro, $6,02 \cdot 10^{23}$, que es el número de moléculas contenidas en un mol, peso molecular de una sustancia expresado en gramos. (41)



Amadeo Avogadro
(1776-1856)

Hacia 1826 **Jöns Jacob Berzelius** había preparado una relación de pesos atómicos que podía considerarse correcta; salvo en caso de la plata, el sodio y el potasio; que aparecían con un valor dos veces superior a los correctos. Los químicos de su tiempo no creían demasiado en los pesos atómicos de **Berzelius** y preferían utilizar los pesos equivalentes llegando a confundirlos con los atómicos. Antes de leer cualquier libro de Química necesitaban averiguar cual era el sistema de equivalentes que utilizaba el autor.

Se puede considerar que el colectivo de químicos encontró la forma de unificar criterios y si en 1851 se montó la Primera Exposición Universal en Londres, unos diez años después se celebró el Primer Congreso Internacional de Químicos en la ciudad alemana de Karlsruhe durante los días 3, 4 y 5 de septiembre de 1860. Según **Pascual Román Polo** resultó ser el acontecimiento científico más importante de la segunda mitad del siglo XIX. (212)

Fue el químico alemán **Friedrich August Kekulé** quien propuso convocar una conferencia a la que asistieran los químicos más importantes del momento para discutir estos asuntos. La elección de la ciudad Karlsruhe, entonces capital del Gran Ducado de Baden en el sudoeste de Alemania, se debió a que en ella se había celebrado dos años antes, con gran éxito, el Congreso de Científicos Naturales y Médicos de Alemania.

Friedrich August Kekulé, Adolphe Wurtz, y Karl Weltzien (1813-1870) convocaron este primer congreso internacional a celebrarse durante los días 3, 4 y 5

de septiembre de 1860, la forma de organizar un evento de semejante magnitud se ha mantenido hasta nuestros días. Hay que destacar la agilidad con que actuaron los organizadores que enviaron la primera circular con información en marzo de 1860 desde París, y ante la buena acogida enviaron la convocatoria con la fecha del Congreso, un listado con el nombre de 45 destacados científicos que pensaban acudir y las cuestiones a debatir en tres idiomas: inglés, francés y alemán.



Friedrich August Kekulé
(1829-1896)

Se estableció como objetivo fundamental unificar la nomenclatura química, notación, pesos atómicos, equivalentes y formulas Al Congreso acudieron 126 científicos de todo el mundo, algunos, como **Kekulé** adeptos a los pesos atómicos propuestos por **Charles Frédéric Gerhardt** (1816-1856), otros preferían los de **Berzelius** o los equivalentes de **Leopold Gmelin** (1788-1853).

En la carta de invitación al Congreso se incluía una declaración de principios que decía: *“Este congreso no puede deliberar en nombre de todos, ni puede tomar resoluciones que deban aceptarse sin más, pero por medio de una discusión libre y minuciosa, algunos malentendidos pueden eliminarse y llegar a un común acuerdo sobre alguno de los siguientes puntos: la definición de nociones químicas importantes como las expresadas por palabras átomo, molécula*”

Superando problemas de lejanía, trabajo, o enfermedad se reunieron los más importantes químicos del momento cuyos nombres reunimos en la tabla siguiente y que hoy pueblan los libros de texto con sus leyes y ecuaciones. Los asistentes clasificados por orden alfabético, según su nacionalidad fueron: (73)

PAÍS	CIENTÍFICOS ASISTENTES
ALEMANIA. (57)	Babo (1825-1899), Baeyer (1835-1917), Becker , Beilstein (1838-1906), Bibra (1806-1878), Boeckmann , Braun , Bunsen , Carius (1829-1875), Erdmann , Erlenmeyer , Fehling , Finck , Finckh , Frankland , Fresenius , Geiger , Gorup-Besanez (1817-1878), Grimm , Guckelberger (1820-1902), Gundelach , Hallwachs , Heeren (1803-1885), Heintz (1817-1880), Hirzel , Hoffmann , Kassellmann , Keller , Klemm , Knop , Kopp (1817-1892), Kuhn , Landolt (1831-1910), Lehmann , Ludwig (1819-1873), Mendius , Meyer , Mühlhäuser , Müller , Naumann , Nessler , Neubauer , Petersen , Quinke (1834-1924), Scherer , Schiel (1813-1889), Schmidt , Schneyder , Schroeder , Schwarzenbach , Seubert (1818-1878), Strecker (1822 -1871), Streng (1830-1897), Weltzien , Will (1812-1890), Winkler , Zwenger (1814-1885).
AUSTRIA. (7)	Folwarezny , Hlasiwetz (1825-1875), Lang (1838-1921), Lieben (1836-1914), Pebal (1826-1887), Wertheim (1820-1864), Schneider .
BÉLGICA. (2)	Kekulé y Stas.
ESPAÑA. (1)	Torres de Luna.
FRANCIA. (20)	Béchamp (1816-1908), Boussingault (1802- 1887), Dumas , Gautier , Grandjeau , Jacquemin (1828-1909), Kestner (1803-1870), Le Canu , Nicklès (1820-1869), Oppermann , Persoz (1805-1868), Reichauer , Riche (1809-1908), Scheurer-Kestner (1833-1899), Schlagdenhausen (1830-1907), Schneider , Schützenberger (1829-1897), Thénard , Verdét , Wurtz .
INGLATERRA. (18)	Abel (1827- 1902), Anderson (1819-1974), Apjohn (1796-1886), Crum Brown (1838-1922), Daubeny , Duppa (1828-1873), Foster , Gladstone (1827-1902), Griffith (1833-1902), Guthrie , Müller , Noad (1815-1877), Normandy , Odling (1829 - 1921), Roscoë (1833-1915), Schickendantz (1837-1896), Wanklyn (1834-1906).
ITALIA. (2)	Cannizzaro y Pavesi.
MÉJICO. (1)	Posselt (1817-1880)
PORTUGAL.(1)	J. Augusto Simões-Carvalho (1822-1902)
RUSIA (7)	Sawitsch , Borodin , Mendelyeov , Schischkoff , Zinin , Lesinski , Natansen .
SUECIA (4)	Gilbert (1817-1901), Berlin (1812-1900), Blomstrand (1826-1897), Bahr (1815-1875).
SUIZA (6)	Brunner (1821-1861), Schiff (1834-1915), Marignac (1817-1894), Bischoff , Planta , Wislicenus (1835-1902).

Las ausencias más notorias fueron las de **Justus von Liebig**, **Friedrich Wöhler**, **August Wilhelm von Hoffmann** (1818-1892), **Edward Frankland**, **Eilhardt Mitscherlich** (1794-1863) y **Louis Pasteur**.

Actuó como Presidente del Congreso **Karl Weltzien** y como secretarios **Wurtz**, **Adolph Strecker** (1822-187), **Kekulé**, **William Odling**, (1829-1921),

Henry Roscoe (1833-1915) y **Leon Schischkoff**. Por sugerencia de **Kekulé** se decidió que una comisión diseñara una lista de cuestiones que serían posteriormente debatidas, inicialmente, fue **Bunsen** el requerido por los presentes para presidir el Congreso, pero declinó tal petición en favor de **Karl Weltzien**. (17)

Los asistentes a este primer congreso internacional de química hablaban sin llegar a ninguna conclusión, hasta que el químico italiano **Stanislao Cannizzaro** profesor de química de la Universidad de Génova, presentó una serie de argumentos como los nuevos métodos para determinar los pesos atómicos y moleculares con ayuda de la hipótesis de **Amadeo Avogrado** menospreciada hasta entonces, el trabajo de **Charles Frédéric Gerhardt** sobre la notación química, el método de medida de densidades de **Jean Baptiste Dumas** y el razonamiento de **Marc Antoine Gaudin** (1804-1880) sobre las moléculas poliatómicas de los gases.

El italiano **Stanislao Cannizzaro** describió calurosamente sus teorías y algunos como **Strecker** expresaron su intención de aceptar los pesos atómicos allí propuestos, **Kekulé** lo hacía con ciertas reservas; y otros como **Hermann Franz Kopp** (1817-1892) y **Otto Linné Erdmann** (1804 -1869) argumentaron que no tenía sentido votar en el caso de cuestiones científicas, pues “*cada individuo debía ser libre de hacer lo que su conocimiento y convicción le indicase*”.



Stanislao Cannizzaro
(1826-1910)

Esta situación de desconcierto hubiera marcado el resultado del Congreso si el profesor **Ángelo Pavese** (1830-1896) de la Universidad de Pavía y amigo de **Cannizzaro**, no hubiera distribuido copias del trabajo de este último, aparecido dos años antes en la revista “*Il Nuevo Cimento*”, en el que revisaba el desarrollo histórico de los conceptos de átomos y moléculas, y exponía los resultados de la total aceptación de la hipótesis, esto es, que se tomase como unidad de referencia para los pesos atómicos el 1, como peso de media molécula de hidrógeno.

Sobre la hipótesis de que los pesos moleculares de las distintas sustancias estarían representados por los pesos de volúmenes iguales de las mismas, **Cannizzaro** dio una tabla correcta con los pesos moleculares de muchos compuestos.

Uno de los primeros convencidos de la validez de la ley de **Avogadro** fue el brillante científico **Lothar Meyer** (1830-1895), él mismo describió su conversión cuando después de leer el libro del italiano escribió: “*me quedé asombrado de la claridad con que este libro pequeño iluminaba los puntos más importantes de las*

discusiones del Congreso; las escamas parecían haber caído de mis ojos. Las dudas desaparecieron y un sentimiento de completa certidumbre ocupó su lugar. Si algunos años más tarde, yo mismo pude contribuir al esclarecimiento de la situación y a calmar los ánimos calentados, una parte no pequeña se la debo a la publicación de Cannizzaro, y de igual modo que a mí, tuvo que afectarle a muchos otros que participaron en el congreso". (17)

El importante trabajo de **Lothar Meyer** lo glosaremos más adelante, pero aquí podemos decir que su libro aparecido en 1864. "Die modernen Theorien der Chemie" desarrolló la Química teórica sobre la hipótesis de **Avogadro** e influyó notablemente en los químicos de su tiempo.

Aunque no inmediatamente, se adoptaron las ideas presentadas en el Congreso, quedando como unidad de medida, el peso del oxígeno y no el del hidrógeno, puesto que el oxígeno podía ser combinado más fácilmente con los diversos elementos. El peso atómico del oxígeno había sido medido convencionalmente en 1850 por el químico belga **Jean Servais Stas** (1813-1891) quien lo fijó en 16, de modo que el peso del hidrógeno, el elemento menos pesado, sería aproximadamente de 1.

Avanzando un poco más en el conocimiento de la Historia de la Química traemos aquí una tabla resumen confeccionada a partir de datos de diferentes autores para resaltar el espectacular desarrollo del conocimiento de la química realizado en estos cien años en los que se descubren cuarenta y tres elementos, es decir, se ponen de manifiesto casi la mitad de los ladrillos con los que esta construido nuestro mundo. (35), (191), (230), (242)

FECHA	NOMBRE	DESCUBRIDOR	NOTAS
1783	WOLFRAMIO	Fausto D'Elhuyar	España
1789	URANIO	Martin Heinrich Klaproth (1743-1816)	Alemania
1789	CIRCONIO	Martin Heinrich Klaproth	Alemania
1790	ESTRONCIO	Adair Crawford	Escocia
1791	TITANIO	William Gregor (1761-1817)	Inglaterra
1795		Martin Heinrich Klaproth	Alemania
1794	ITRIO	Johan Gadolin (1760-1852)	Suecia
1797	BERILIO	Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829)	Francia
1797	CROMO	Louis Nicoles Vauquelin	Francia
1782	TELURO	Fran Joseph Müller (1740-1825)	Hungría
1798		Martin Heinrich Klaproth	Alemania

FECHA	NOMBRE	DESCUBRIDOR	NOTAS
1801	NIOBIO	Charles Hatchett (1765-1847)	Inglaterra
1801 1830	VANADIO	Andrés Manuel del Río (1764-1849) Nils Gabriel Sefström (1787-1845)	España Suecia
1802	TANTALIO	Anders Gustaf Ekeberg (1767-1813)	Suecia
1803	CERIO	Wilhelm Hisinger (1766-1852) Jöns Jacobo Berzelius, Martin Heinrich Klaproth	Suecia Suecia Alemania
1803	PALADIO	William Hyde Wollaston (1776-1828)	Inglaterra
1803	RODIO	William Hyde Wollaston	Inglaterra
1804	IRIDIO	Smithson Tennant (1766-1852)	Inglaterra
1804	OSMIO	Smithson Tennant	Inglaterra
1807	POTASIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1807	SODIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1808	MAGNESIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1808	BORO	Humphrey Davy Joseph Louis Gay Lussac	Inglaterra Francia
1808	BARIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1808	CALCIO	Humphrey Davy	Inglaterra
1811	YODO	Bernard Courtois (1777-1838)	Francia
1817	CADMIO	Friedrich Stromeyer (1776-1835)	Alemania
1817	LITIO	Jöns August Arfvedson (1792-1841)	Suecia
1817	SELENIO	Jöns Jacob Berzelius	Suecia
1823	SILICIO	Jöns Jacob Berzelius	Suecia
1825	ALUMINIO	Hans Christian Oersted	Dinamarca
1826	BROMO	Antoine Jerome Balard (1802-1876)	Francia
1829	TORIO	Jöns Jacob Berzelius	Suecia
1839	LANTANO	Carl Gustav Mosander (1797-1858)	Suecia
1842	ERBIO	Carl Gustav Mosander	Suecia
1843	TERBIO	Carl Gustav Mosander	Suecia
1844	RUTENIO	Karl Karlovich Klaus (1796-1864)	Rusia

FECHA	NOMBRE	DESCUBRIDOR	NOTAS
1860	CESIO	Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) Robert Wilhelm Bunsen	Alemania
1861	RUBIDIO	Robert Wilhelm Bunsen Gustav Robert Kirchhoff	Alemania
1861	TALIO	William Crookes (1832-1919)	Inglaterra
1863	INDIO	Ferdinand Reich (1799-1882) Hieronymus Teodor Richter (1824-1898)	Alemania
1875	GALIO	Paul Émile Lecoq de Boisbaudran	Francia
1879	HOLMIO	Per Teodor Cleve	Suecia
1878	ITERBIO	Jean Charles Galissard de Marignac	Suiza
1879	ESCANDIO	Lars Fredrick Nilson	Suecia
1879	SAMARIO	Paul Émile Lecoq de Boisbaudran	Francia
1879	TULIO	Per Teodor Cleve	Suecia
1880	GADOLINIO	Jean Charles Galissard de Marignac	Suiza

A la vista de esta tabla aparecen algunas ideas a destacar; la primera, la presencia de dos españoles, **Fausto D'Elhuyar** y **Andrés Manuel del Río**, junto a tan importante pléyade de prestigiosos químicos, al hablar de sus biografías incluimos los avatares que presentaron estos descubrimientos.

La segunda, es que causa cierta sorpresa comprobar que elementos como el sodio, potasio y calcio; tan comunes en todas las aguas; tienen un descubrimiento como metaloides relativamente tardío, aunque algunos de sus compuestos principales eran conocidos y utilizados desde la antigüedad. La razón era su gran solubilidad y la gran energía necesaria para descomponerlos por electrolisis; se necesitó el concurso de tres científicos, genios cada uno en su campo; **Alejandro Volta**, **Humphry Davy** y **Svante Arrhenius** para conseguir la energía necesaria para obtener los elementos, y la teoría que explicase el fenómeno de la disolución de sus sales.

Vimos en el capítulo la Ciencia en el mundo, que al comparar la información de dos escritos de distinto origen; el de **Javier Ordóñez, Víctor Navarro y José Manuel Sánchez Ron** (178); y el de **Abraham Alonso y Luis Otero** (3); la única fecha en que el trabajo de un químico contribuyó a cambiar el mundo fue el 17 de febrero de 1869, fecha en que **Dimitri Ivánovich Mendeléev** terminó la primera de

sus numerosas tablas periódicas. Realmente, hay que admitir que la Tabla o Sistema Periódico fue un importantísimo pilar de la ciencia teórica y práctica, por eso dedicamos ahora un espacio en describir su descubrimiento.

A pesar de que se cite una fecha concreta para el descubrimiento del Sistema Periódico, este no fue el fruto de un momento de inspiración de un individuo, sino la culminación de una serie de trabajos previos. Ya en 1787, **Antoine Lavoisier** ordenó en una lista los 33 elementos entonces conocidos para incluirlos en su libro “*Traité Elémentaire de Chimie*”, el científico francés los agrupó en cuatro categorías basándose en sus propiedades químicas: gases, no metales, metales y tierras raras. En esta primera clasificación aparecían substancias que ahora conocemos como óxidos, pero que en aquel tiempo habían hecho fracasar todos los intentos de separación en sus elementos.

Unos años después, el químico alemán **Johann Wolfgang Döbereiner** (1780-1849) señaló en 1817 que muchos de los elementos conocidos podían distribuirse por su similitud química, en triadas, mostrando que el peso atómico del segundo elemento se acercaba al promedio de los pesos del primero y el tercero, de tales triadas son ejemplos claros las formadas por litio, sodio y potasio; azufre, selenio y teluro; o cloro, bromo y iodo.

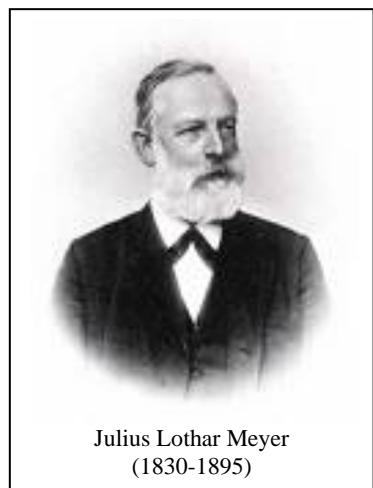
Cuando en 1843 **Leopold Gmelin** publicó la primera edición de su famoso “Manual de Química”, describió tres ternas o triadas y aun una pentada; nitrógeno, fósforo, arsénico, antimonio y bismuto, la que ahora reconocemos como grupo 5 de la Tabla Periódica. Hacia 1850, los químicos habían llegado a identificar unas 20 triadas, lo que indicaba una cierta regularidad entre los elementos. (230)

El ruso **Peter Kremers** continuó trabajando con las triadas, sugiriendo que ciertos elementos podían pertenecer a dos triadas diferentes perpendiculares; esta propuesta de utilizar dos direcciones acabaría siendo una característica esencial del sistema de **Dimitri Mendeléev**.

Ya en 1862, el geólogo francés **Alexandre Emile Béguyer de Chancourtois** (1820-1886) fue la primera persona en hacer uso de los pesos atómicos para revelar la periodicidad de los elementos y presentó su sistema basado en una configuración geométrica en la que los elementos, en orden creciente de peso atómico, se disponían a lo largo de una espiral inscrita en la superficie de un cilindro, la *Vis tellurique*. No tuvo demasiado éxito en su época, entre otras cosas porque en su artículo inicial no incluía un diagrama de su tabla, bastante complicada, que su editor no publicó hasta la década de 1890.

A partir de los valores recién normalizados de los pesos atómicos, el químico inglés **John Alexander Reina Newlands** (1837-1898) propuso en 1864 la ley de las octavas. Dispuso los elementos en orden creciente de peso atómico; observando que las propiedades del octavo elemento, a partir de uno cualquiera, podían considerarse como una repetición de las del primero de manera análoga a las notas de la escala musical. La ley de las octavas no podía aplicarse, como tal, a partir de la tercera, pero incluía la división de los elementos en familias y en períodos; aunque esta periodicidad, que no se cumplía siempre, les pareció a sus contemporáneos arbitraria, cuando no fantasiosa.

Tanto era así que en una reunión de la Sociedad Química de Londres en 1866, **George Carey Foster** (1835-1919) llegó a preguntarle **Newlands** si había considerado ordenar los elementos alfabéticamente, dado que cualquier ordenación presentaba alguna coincidencia. La Sociedad Química se negó a publicar el artículo de **Newlands**, perdiendo una magnífica ocasión de conseguir para la ciencia inglesa la prioridad del descubrimiento, y no fue hasta 1887 cuando la contribución del científico fue reconocida por la Royal Society, que le otorgó la Medalla Davy. (41), (230)



Julius Lothar Meyer
(1830-1895)

Otro químico inglés, **William Odling** en 1864, diseñó una tabla de elementos que tenía una parecido asombroso con la primera de **Mendeléev**. Los grupos eran horizontales y los elementos estaban colocados en orden creciente de pesos atómicos dejando espacios vacantes para otros aún no descubiertos, además, pudo colocar el talio, plomo, mercurio y platino en sus grupos correctos, algo que **Mendeléev** no pudo hacer en su primer intento. Su contribución a la consecución de la Tabla fue silenciada, pues se sospecha que como Secretario de la Sociedad Química de Londres, fue el encargado en desacreditar los esfuerzos de **Newlands** para publicar su primera Tabla Periódica.

En la misma época que **Dimitri Mendeléev**, el químico y médico alemán **Julius Lothar Meyer** profesor de la Universidad de Breslau y luego rector de la de Tübingen, estudió la relación entre el peso atómico y las propiedades físicas de los elementos, lo que le llevó a representar gráficamente la dependencia de los volúmenes atómicos, puntos de fusión, de ebullición y comportamiento electroquímico de los elementos con los citados pesos, mostrando en unas gráficas una variación periódica.

Utilizó los pesos atómicos de **Cannizzaro** para dibujar su primitiva tabla en 1864, pero la versión más sofisticada, que produjo en 1868 para la segunda edición de su libro de texto, no fue utilizada y permaneció guardada junto con otros documentos hasta ser publicada sólo después de su muerte en 1895.

Propuso, en 1869, una Tabla Periódica incompleta en la que dejaba lugares vacíos para elementos que aún no se habían descubierto, pero por culpa del editor no fue publicada hasta 1870, con posterioridad a la de **Mendeléev**, que era más completa, más sencilla y más audaz. El trabajo que había realizado **Meyer**, de manera independiente de su colega ruso, recibió su recompensa y compartió con el siberiano la medalla Davy en 1882.

En el capítulo dedicado a la Ciencia en el mundo, vimos cómo el único químico en el que coincidían todos los estudiosos como personaje relevante para el desarrollo de la ciencia era **Dimitri Mendeléev**, y es verdad que su aportación fue muy importante e incluso fácil de entender para las personas no dedicadas a la Química. Por eso y como final de este capítulo, resumiremos su biografía, que realmente es muy interesante y casi novelesca.

DIMITRI IVÁNOVICH MENDELÉEV 1834-1907

El apellido del científico ruso puede aparecer escrito de muchas maneras, los rusos **Trífonov** (242) lo escriben **Mendeléev**; **Hugo Bauer** (48) lo hace como **Mendeléyev**; **J. R. Partington**, **Egon Wiberg** y **Ernest. Meyer** (168, 259, 171), como **Mendelejeff**; **Isaac Asimov** (34, 35), como **Mendéleiev**; **Joseph A. Babor** (41), como **Mendelejew**; **Giancarlo Masini** (167), como **Mendeliev**; **Francisco Vera** (251), como **Mendeleief**; **Julio Monzón** (174), como **Mendeleeff**; **John Gribbin** (127), como **Mendeléiev**); la Enciclopedia Británica en el artículo firmado por **Bernadett Bensaude Vincent** utiliza **Mendeleyev** y también **Mendeleev** que es como lo escribe **Carlos Solís** (233).

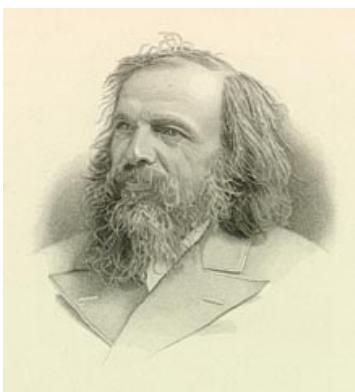
A la hora de utilizar en este trabajo el apellido de este científico me voy a decantar por la versión que utilizan **D.N. Trífonov** y **V.D. Trífonov**, que dedican un capítulo de su libro “Cómo fueron descubiertos los Elementos Químicos” a su compatriota. Creo que estos autores y este libro publicado en Moscú en 1980 por la Editorial MIR, y traducido directamente del ruso por **A. Ya. Sergueiquin**, utilizará la grafía más correcta.

La vida de **Dimitri Ivánovich Mendeléev** comienza en Tobolsk, una perdida localidad de Siberia, en febrero de 1834. Era el menor de 13 ó 17 hermanos, según la fuente consultada, de la familia formada por **Iván Pavlovich Mendeléev** y Ma-

riya Dmítriyevna Kornileva. Los antepasados del científico desafiando la soledad y el frío habían logrado crear un pequeño centro urbano en el siglo XVI, cerca de la confluencia de los ríos Tobol e Irtis, que se inundaba en primavera y quedaba aislada por el hielo durante todo el invierno.

Su abuelo, en 1787, había instalado la primera imprenta de Siberia y fundó el primer periódico de la región. Su madre, que los testigos describían como una belleza tártara, pertenecía a una familia de emprendedores que habían creado la primera industria del vidrio en Siberia.

En el mismo año en que nació, 1834, su padre quedó ciego perdiendo así su trabajo como director del colegio del pueblo. Como la pensión que recibían resultaba insuficiente, la madre tuvo que tomar las riendas de la familia y dirigir la fábrica de vidrio que había fundado su abuelo. Un cuñado suyo, exiliado por las revueltas populares de 1825, y un químico de la fábrica le inculcaron el amor por las ciencias especialmente por la química.



Dimitri Ivánovich Mendeléev
(1834-1907)

Nada más terminar el bachillerato murió su padre y se quemó la fábrica de vidrio que dirigía su madre, que se supone pertenecía al pueblo mongol. Ésta brava mujer apostó por invertir en la educación de Dimitri los ahorros guardados en vez de reconstruir la fábrica. En esa época la mayoría de los hermanos, excepto una hermana, se habían independizado, y la madre recorrió, en 1848 con estos dos hijos, miles de kilómetros por carretera hasta llegar a Moscú para que Dimitri ingresase en la Universidad. Sin embargo, **Mendeléev** no fue admitido, quizás debido al clima político que existía en ese momento en Rusia, ya que no admitían en la Universidad a nadie que no fuese de Moscú y menos a un siberiano.

En otoño de 1850 fue admitido como estudiante de magisterio en la Instituto Central Pedagógico de San Petersburgo, donde había estudiado su padre. En ese mismo año murió su madre que tanto había luchado por su formación y cuando posteriormente, en 1887, el científico le dedicó su libro sobre las disoluciones vertió todo su reconocimiento escribiendo: *“Educó con el ejemplo, corrigió con cariño, y para que me dedicara a la ciencia recorrió Siberia consumiendo sus últimos recursos y fuerzas.”*

Ejerció brevemente como maestro en Simferopol en Crimea, a donde acudió buscando la bonanza del clima para mejorar su maltrecha salud, y en el liceo de Odessa. Vuelto a San Petersburgo presentó sus magníficas credenciales y logró por fin que se le permitiera estudiar química en esa Universidad.

En 1855 terminada la carrera realizó su reválida presentando su primera memoria sobre “El isomorfismo en relación con otros puntos de contacto entre las formas cristalinas y la composición”, y su tesis “Sobre la estructura de las combinaciones silíceas” escrita para alcanzar la cátedra de química en la Universidad de San Petersburgo. A los 23 años era ya encargado de un curso de dicha Universidad.

Gracias a una beca pudo ir a París y Heidelberg en 1859, donde trabajó con **Emil Erlenmeyer** (1825-1909), **August Kekulé**, **Gustav Kirchhoff** y **Robert Bunsen** publicando un artículo sobre “La cohesión de algunos líquidos y sobre el papel de la cohesión molecular en las reacciones químicas de los cuerpos”; también conoció al químico italiano **Stanislao Cannizzaro**, cuyos planteamientos sobre la masa atómica le parecieron bien razonados.

Participó en el congreso de Karlsruhe de 1860 donde quedó impresionado por las ideas sobre el peso de los elementos que planteó **Cannizzaro**. Influido por lo que había escuchado en Karlsruhe escribió su libro titulado “Química orgánica” en apenas sesenta días. En el periodo de vacaciones viajó por Italia con su compañero **Alexander Borodin** (1833-1887) un gran químico orgánico y no menos importante compositor musical.

En 1864 fue contratado como profesor extraordinario de tecnología y química del Instituto Técnico de San Petersburgo y habiendo terminado su doctorado en 1865, fue nombrado en 1867 profesor titular u ordinario de química inorgánica de dicha Universidad donde estudió el isomorfismo, la compresión de los gases y las propiedades del aire enrarecido, permaneciendo en esta cátedra 23 años hasta 1890.

Preparando sus clases, sintió la necesidad de disponer de un nuevo libro de texto para impartir sus lecciones y comenzó a escribir el que pronto sería uno de los más famosos y más profusamente utilizado: “Los principios de la química” (1868-1871) dónde formuló su famosa Tabla Periódica, traducido a multitud de lenguas fue libro de texto durante muchos años con ocho ediciones.

La consideración de que las propiedades de los elementos se encontraban relacionadas de alguna manera con sus pesos atómicos fue una idea brillante e imaginativa, sobre todo si se piensa que en aquel entonces no se conocía nada acerca de la estructura atómica.

Conforme avanzó en la escritura de su libro, los resultados de la colocación de los elementos en una serie ordenada empezaron a parecerle importantes, de tal manera que en 1867 publicó una Tabla, cincuenta ejemplares en francés y ciento cincuenta en ruso, que envió a sus colegas de Rusia y de Europa. En 1871 publicó un artículo con sus resultados para que fuera leído por la comunidad científica de la época dando noticia del que sería su éxito más resonante, la predicción de elementos hasta entonces desconocidos.

Con el objeto de que los elementos se encontraran en los grupos correctos de acuerdo con sus propiedades químicas, **Mendeléev** dejó posiciones vacantes en su Tabla y predijo que dichos huecos correspondían a elementos que todavía no habían sido descubiertos. (60)

Un vistazo a la Tabla Periódica corta que publicó en 1870, permite ver claramente las predicciones de la existencia de tres elementos. En la familia III había espacio para dos elementos, el primero de ellos, debía de tener un peso atómico entre 40 y 50 y por sus propiedades parecerse más al boro que el aluminio, lo denominó *ekaboro*. El segundo, con peso atómico entre 65 y 70, debía de parecerse más al aluminio, el *ekaaluminio*. Quedaba un espacio en el centro de la Tabla, en la familia IV con peso atómico entre 70 y 75, asignado al *ekasilicio*.

Inicialmente, la Tabla Periódica recibió poca atención por parte de los colegas de **Mendeléev**, pero cuando sus predicciones de los elementos no conocidos fueron corroboradas con bastante exactitud por los descubrimientos de los elementos, los químicos empezaron a darse cuenta de que la Tabla era una herramienta del máximo valor.

En 1875 el francés **Paul Emile Lecoq de Boisbaudran** descubrió en un mineral de zinc de los Pirineos el *ekaaluminio*, en 1879 el sueco **Lars Friederic Nilson** descubrió el *ekaboro*, y finalmente en 1886 el alemán **Alexander Winkler** (1838-1904) descubrió el *ekasilicio*. Sin ponerse de acuerdo explícitamente, pero profundamente de acuerdo con la época, los nombraron en honor a sus países: galio, escandio y germanio, respectivamente. (167)

La Tabla no solo permitió predecir nuevos elementos, posteriormente confirmados, **Mendeléev** se atrevió a corregir el paso atómico del elemento indio descubierto en 1863 y al que se le asignaba incorrectamente el valor de 75,6. Con este valor el nuevo elemento no encontraría un lugar conveniente en su sistema periódico y propuso aumentar el valor en 1,5 veces, más acorde con el de 114,76 que se le da hoy.

Desde entonces **Mendeléev** fue reconocido como uno de los más importantes científicos de la época y el gran significado del sistema periódico consiste en que estableció un orden estricto en la antes caótica multitud de elementos químicos. (242)

Ahora sabemos que la Tabla Periódica se adapta perfectamente a nuestro conocimiento de la estructura de la materia, pero en aquella época parecía que los nuevos descubrimientos amenazaban el ordenamiento elemental indicado por **Mendeléev**. Defender la Tabla Periódica no era sencillo, pues se sucedieron los hallazgos que cuestionaban una y otra vez su precisión. Así ocurrió en 1894 cuando **William Ramsey** (1852-1916), **John William Strutt, lord Rayleigh** (1842-1919) y **Morris Travers** (1872-1961) descubrieron el argón y posteriormente los otros cuatro gases; helio, neón, criptón y xenón; gases nobles que no disponían de lugar en la Tabla y que nadie había predicho su existencia. (230)

Mendeléev tenía suficientes evidencias de que su Tabla Periódica no estaba completa y al conocer la existencia de los gases nobles, en 1900 encontró que su sistema los podía acomodar sin cambios; añadiendo una columna entre los halógenos y los alcalinos, sin embargo, nunca pudo aceptar la evidencia de que los átomos tienen estructura porque siempre pensó que eso habría de destruir su obra.

Pese a los profundos cambios operados en la ciencia de los últimos años, la estructura básica del sistema periódico no ha sufrido ninguna transformación radical. Cada vez que un nuevo hallazgo parecía cuestionar sus fundamentos teóricos, se acabó por incorporar los resultados manteniendo su estructura fundamental intacta.

Desde su descubrimiento, el 1 de marzo de 1869, científicos de todo el mundo propusieron una enorme cantidad de variantes de representación gráfica de la Tabla Periódica. El número aproximado de estas variantes supera las 500, algunas circulares o tridimensionales como la del profesor **Fernando Dufour** del College Ahuntsic de Montreal, o piramidal como la **William Jensen** de la Universidad de Cincinnati.

Volviendo a la biografía de **Mendeléev**, en 1890 renunció a su cargo en la Universidad, disgustado por el trato opresivo que el gobierno daba a los estudiantes, alborotados con motivo de la insurrección polaca, y por la falta de libertad académica. Afortunadamente todavía conservaba amigos en la corte de los zares y en 1892 fue nombrado conservador científico de la Oficina de Pesas y Medidas, después de un año de trabajo para reorganizarla fue nombrado director, esto le permitió hacer diversos viajes, entre los que se encuentra el realizado a Londres donde recibe los doctorados honoris causa de las universidades de Cambridge y Oxford. Desem-

Desde entonces **Mendeléev** fue reconocido como uno de los más importantes científicos de la época y el gran significado del sistema periódico consiste en que estableció un orden estricto en la antes caótica multitud de elementos químicos. (242)

Ahora sabemos que la Tabla Periódica se adapta perfectamente a nuestro conocimiento de la estructura de la materia, pero en aquella época parecía que los nuevos descubrimientos amenazaban el ordenamiento elemental indicado por **Mendeléev**. Defender la Tabla Periódica no era sencillo, pues se sucedieron los hallazgos que cuestionaban una y otra vez su precisión. Así ocurrió en 1894 cuando **William Ramsey** (1852-1916), **John William Strutt, lord Rayleigh** (1842-1919) y **Morris Travers** (1872-1961) descubrieron el argón y posteriormente los otros cuatro gases; helio, neón, criptón y xenón; gases nobles que no disponían de lugar en la Tabla y que nadie había predicho su existencia. (230)

Mendeléev tenía suficientes evidencias de que su Tabla Periódica no estaba completa y al conocer la existencia de los gases nobles, en 1900 encontró que su sistema los podía acomodar sin cambios; añadiendo una columna entre los halógenos y los alcalinos, sin embargo, nunca pudo aceptar la evidencia de que los átomos tienen estructura porque siempre pensó que eso habría de destruir su obra.

Pese a los profundos cambios operados en la ciencia de los últimos años, la estructura básica del sistema periódico no ha sufrido ninguna transformación radical. Cada vez que un nuevo hallazgo parecía cuestionar sus fundamentos teóricos, se acabó por incorporar los resultados manteniendo su estructura fundamental intacta.

Desde su descubrimiento, el 1 de marzo de 1869, científicos de todo el mundo propusieron una enorme cantidad de variantes de representación gráfica de la Tabla Periódica. El número aproximado de estas variantes supera las 500, algunas circulares o tridimensionales como la del profesor **Fernando Dufour** del College Ahuntsic de Montreal, o piramidal como la **William Jensen** de la Universidad de Cincinnati.

Volviendo a la biografía de **Mendeléev**, en 1890 renunció a su cargo en la Universidad, disgustado por el trato opresivo que el gobierno daba a los estudiantes, alborotados con motivo de la insurrección polaca, y por la falta de libertad académica. Afortunadamente todavía conservaba amigos en la corte de los zares y en 1892 fue nombrado conservador científico de la Oficina de Pesas y Medidas, después de un año de trabajo para reorganizarla fue nombrado director, esto le permitió hacer diversos viajes, entre los que se encuentra el realizado a Londres donde recibe los doctorados honoris causa de las universidades de Cambridge y Oxford. Desem-

que entraba y salía de los cuerpos como un cometa entra y sale del sistema solar". No le terminó de convencer la teoría de la radiactividad y la estructura del átomo. Consideraba la radiactividad como una propiedad o un estado de las sustancias, mientras que los átomos y moléculas no existían realmente aunque sí lo hacía la energía.

Mendeléev estuvo en la lista final de candidatos para el premio Nobel de Química de 1906, que no consiguió por un voto. El comité opinó que la propuesta de la Tabla Periódica no había predicho la existencia de los gases nobles y por eso prefirió otorgárselo al purificador del flúor e inventor del horno eléctrico, **Henri Moissan** (1852-1907). La razón verdadera bien pudo ser la oposición de **Svante Arrhenius**, cuya teoría de las soluciones había criticado **Mendeléev** en los años ochenta del siglo XIX.

Falleció el 2 de febrero de 1907 casi ciego, en su Rusia natal no se reconoció inicialmente su importancia, debido a sus ideas liberales, sin embargo pasado el tiempo, en 1955, se dio el nombre de mendelevio (Md) al elemento químico de número atómico 101 como homenaje a su persona.

Mendeléev, además de ser un genio, tenía un carácter pintoresco, provocando una extraña curiosidad en quienes lo veían por su manera de vestir y sus ojos azules en una cara de rasgos no europeos. Una característica, siempre destacada en todos sus retratos, es la enorme melena que lucía. Sus biógrafos dicen que tan sólo se cortaba el pelo una vez al año, en primavera, y que nunca se desviaba de esta costumbre, ni tan siquiera cuando era llamado a audiencia por el Zar.

Autores como **Eric Scerri**, experto en historia y filosofía de la química, piensan que la Tabla representa una de las ideas más fructíferas de la ciencia moderna, comparable tal vez con la teoría de la evolución de **Darwin**. A diferencia de la mecánica newtoniana y otras teorías, no ha sido desmentida ni trasformada de raíz por la física moderna, sino que ha sabido adaptarse y madurar sin apenas perturbación. (230)

De las cinco coincidencias entre los trabajos de **Javier Ordóñez, Victor Navarro y José Manuel Sánchez Ron** (178), y el **Abraham Alonso y Luis Otero** (3) además de la figura de **Mendeléev**, se encuentra, como momento crucial de la humanidad, la publicación de la teoría de **Charles Darwin**, esta circunstancia nos satisface pues indica que no escogimos mal esta forma de comparación.

La denominación de Tabla Periódica y su forma de presentación completa fue finalmente acordada por la International Union of Pure Applied Chemistry, IUPAC, en 1985, después de muchos años de debate.

Paralelamente al desarrollo de la Química práctica se iniciaron las publicaciones de grandes obras como el “Tratado elemental de Química” (144) de **Lavoisier**, el “Organische Chemie” de Liebig, el “Grundriss der Chemie” de **Wöhler**, el “Cours élémentaire de chemie” de **Regnault** y como complementos a estas obras generales los llamados diccionarios, como el de **Hermann von Fehling** (1811-1885) y el de **Adolphe Wurtz**.

También para favorecer la propagación de las nuevas conquistas se publicaron revistas periódicas cada vez más importantes. En 1789, **Berthollet**, **Lavoisier**, **Morveau**, **Gaspard Monge** barón de **Dietrich**, **Jean Henri Hassenfratz** (1755-1827), **Pierre Auguste Adet** (1763-1834) y **Fourcroy** fundaron los “Annales de Chemie et Physique”, revista que ha sobrevivido hasta nuestros días, y desde 1835 la Académie des Sciences francesa publicó en cuadernillos semanales las “Comptes rendus de l’Académie de Sciences”.

En Inglaterra, desde 1848 se edita el “Journal of the Chemical Society”, y en Alemania la primera publicación de este tipo fueron los “Annalen der Physique und Chemie”, fundado por **Johann Christian Poggendorf** (1796-1877) en el año 1824, a los que siguieron los “Annalen der Chemie und Pharmacie”, fundados por **Liebig** en 1832. Los demás países no se quedaron atrás con sus publicaciones, en la mayor parte de los casos asociadas con Academias o sociedades químicas como Holanda, Italia, Austria, Bélgica, Rusia, España, etcétera. (48)

La Química había tenido un desarrollo espectacular en los cien años que incluye nuestro trabajo. Los mismos químicos empezaban a darse cuenta de su importancia y tanto es así, que en un banquete que a principios del año 1894 celebraron los fabricantes de productos químicos de Paris, el famoso **Pierre Eugène Berthelot** (1827-1907) pronunció un brindis muy notable en el que describió los progresos de cuyos beneficios disfrutará la Humanidad, gracias a las ciencias modernas, en el año 2000, por ejemplo.

“El año 2000 no habrá ya agricultura, ni pastores, ni labradores, pues la química habrá por entonces dado al traste con el antiguo modo de producir los alimentos por el cultivo. No habrá minas ni industrias subterráneas, ni, por lo tanto, huelgas de mineros. Los combustibles estarán sustituidos por procedimientos químicos y físicos”.

“El problema capital de industria consiste en buscar energías que sean inagotables o se renueven con un trabajo insignificante. Es preciso utilizar el calor del sol y el calor interno del globo terrestre, así como la energía de las mareas. Hay fundadas esperanzas de que estas tres energías se podían explotar ilimitadamente”.

“El problema de la alimentación es puramente químico; el día que se obtenga barata la energía se fabricarán toda clase de alimentos con carbono extraído del ácido carbónico, con hidrógeno y oxígeno extraídos del agua, y con ázoe extraído de la atmósfera. Lo que hasta ahora han hecho los vegetales será tarea de la industria, que tendrá productos más perfectos que la propia naturaleza”.



Eugene Berthelot
(1827-1907)

“Los campos sembrados, los pastos, las viña, las huertas, habrán desaparecido. El hombre de aquellos dichosos tiempos será mejor y de más dulce carácter que sus antepasados, que tuvieron que vivir de la destrucción de plantas y animales. Esta es mi esperanza”.

Al final **Berthelot** brindó por el trabajo, la justicia y la felicidad de todo el género humano, en su libro **Julio Broutá**, escribió: “*No podemos menos de adherirnos a sus votos*”. (59)

Los que vivimos unos años después de la fecha que el científico francés dio como referencia, el año 2000, vemos que sus preediciones todavía no se han cumplido. **Berthelot** fue el primero en sintetizar sustancias orgánicas, algunas de ellas no eran parte de ningún organismo y luego se dedicó a la termoquímica, es decir a la materia y la energía, por eso se atrevía a predecir un mundo sin problemas alimenticios.

El tiempo no le ha dado la razón, la síntesis de materias nutritivas es posible, pero no está bien vista, la química casi se rechaza en la alimentación, la energía cuenta con más sistemas de generación, la termo voltaica y la nuclear, que tampoco nos decidimos a utilizar, la población del planeta pasa hambre y no es feliz, la esperanza de **Pierre Eugène Berthelot** y los votos de **Julio Broutá**, todavía tendrán que esperar.

VIII

La Química en España

El profesor **Juan Fagés y Virgili** (1862-1911) en su discurso ante la Real Academia de Ciencias dictado en 1909 dijo tajantemente: *“En la primera mitad del siglo XVIII no se enseñaba en ninguna Facultad ni Escuela de España la Química, y apenas la Física, al menos la que entonces se llamaba experimental y moderna”*. (91)

Una prueba de esta situación la tenemos en el plan de estudios de 1772, en el que sólo dentro de las enseñanzas de Filosofía y otras asignaturas constaban unos Elementos de Aritmética y Algebra, Lógica y Metafísica, Filosofía Moral, Aplicación del Algebra a la Geometría, Física Experimental y Química Moderante. (183)

Dice el profesor Manuel **Lora Tamayo** (1904-2002) que ante esta situación a mediados del siglo XVIII dos instituciones de iniciativa privada, irrumpieron con nuevas ideas en el panorama docente: La Real Junta de Comercio del Principado de Barcelona (1760-1852) y La Sociedad Vascongada de Amigos del País (1764-1808). (153)

Estas Sociedades agruparon a hombres que trataron de hacer eficaz el esfuerzo general de incorporar a España al movimiento europeo, empeñado en proteger la cultura organizar enseñanzas y crear fuentes de riqueza.

El inicio de las enseñanzas de química como disciplina científica se produjo en Vergara, el 20 de mayo de 1779, cuando el químico **Joseph Louis Proust** impartió la primera clase en la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País con un programa aprobado por el rey **Carlos III** en 1777. (189), (156)

La Real Junta de Comercio del Principado de Barcelona, quedó constituida oficialmente por Real Cedula de Carlos III en septiembre de 1760, hay que tener en cuenta que desde 1714, por la desaparición de la Universidad de Barcelona, la falta de preparación de los ciudadanos para atender las necesidades de la nueva etapa económica era absoluta y solo era cuestión de tiempo que se pusiera solución a este problema. (90)

La oportunidad llegó en 1769 cuando **Sinibald de Mas** (1736-1806) propuso a la Junta la creación de una Escuela de Náutica, a partir de entonces se desarrollaron otras de Bellas Artes, Química, Taquigrafía, Botánica, Mecánica, Física, Economía, Comercio, Arquitectura, Matemáticas e Idiomas. Vemos la importancia que la Junta dio a la enseñanza de la Química, pues entre sus prioridades figuró la creación de una cátedra de Química Aplicada a las Artes que fue desempeñada por el Dr. **Francisco Carbonell y Bravo** (1768-1837) en 1805.

No sólo fueron estas dos instituciones las que impartieron enseñanzas de química y pronto se añadieron otras, así la primera cátedra de química de Valencia se funda en 1786, en 1788 la de Madrid, en 1792 la de Segovia y en 1795 la de Cádiz. (188)

La Sociedad Económica de Amigos del País de Asturias, fundó en Oviedo una cátedra de química con profesor y material, que traspasará posteriormente a la Universidad de Oviedo. (156)

La Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País, desde su creación, en 1776, comenzó el desarrollo de sus actividades estableciendo escuelas de enseñanza, como la de Arquitectura en 1777, la de Matemáticas en 1779, la de Historia Natural en 1783 y la Economía Civil y Comercio en 1784. (76)

Este esfuerzo realizado en menos de veinte años dio lugar a la creación de algunos importantes laboratorios dependientes de la administración y de esta forma nos encontramos con los siguientes:

- La Casa de la Platina, en 1757, en Madrid, allí trabajó **Guillermo Bowles**.
- La Secretaría de Marina mantenía, en 1778, el Laboratorio de Vergara con el francés **Louis Joseph Proust** y los españoles **Fausto y Juan José D'Elhuyar**
- La Secretaría de Indias, en 1787, funda una Cátedra de Mineralogía con laboratorio químico a cargo de **Pierre François Chavaneau**
- La Secretaría de Estado crea el laboratorio asociado al Real Jardín Botánico dirigido por **Pedro Gutiérrez Bueno** siendo **Higinio Llorente** profesor de química aplicada a la medicina.

- El laboratorio de la Cátedra de Química aplicada a las Artes dirigido por **Domingo García Fernández**
- El laboratorio de la Real Escuela de Artillería de Segovia dirigido por **Louis Joseph Proust.** (140)

La Química entró en las universidades españolas por la vía de la Medicina y la Farmacia, las Facultades de Filosofía admitieron asignaturas de física y química en 1836, como ampliación de sus estudios.

El desfase entre la ciencia española y la europea se atribuye, por distintos autores a la política absolutista de **Fernando VII**, agravada por la Guerra de la independencia. Si antes de estos avatares el nivel científico era aproximadamente homologable al de Europa, veinticinco años después, al intentar recuperar el desfase se realizaron contactos y relaciones con Francia, cuando la innovación química ya se había desplazado a Alemania y a Gran Bretaña. (156)

Al finalizar la primera guerra carlista en 1840 se dieron las condiciones apropiadas para la elaboración de un plan de estudios que regulara toda la enseñanza española, el Consejo de Instrucción Pública generó el que se llamó plan **Pidal** por el apellido del entonces ministro de Gobernación don **Pedro José Pidal.** (187)

En 1843 las facultades de Filosofía pasan a facultades Mayores y en el año 1847 se dividen en dos secciones: la de Literatura y Ciencias Filosóficas y la de Ciencias Fisicoquímicas y Ciencias Naturales. En Madrid las facultades de Medicina y Farmacia tuvieron pronto edificios especialmente construidos para proporcionar el medio adecuado a estos estudios y ya en 1836 se produjo el traslado de la Universidad de Alcalá de Henares a Madrid que pasó a utilizar el título de Central.

En el período de cierta tranquilidad y prosperidad que supuso el gobierno de los moderados, el ministro de Fomento don **Claudio Moyano** diseñó una ley de bases que se conoció como ley **Moyano** de 1857 que creó la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Esta facultad otorgaba los títulos de Bachiller, Licenciado y Doctor, de tres secciones, Ciencias Físico matemáticas, Ciencias Químicas y Ciencias Naturales, además se iniciaba la docencia de la Análisis Química.

La ley **Moyano** estaba lo suficientemente bien trazada para soportar los vaivenes de la agitada política española de su tiempo y sólo durante el llamado período revolucionario de 1868 a 1874 se permitió que el doctorado se pudiera cursar en otras universidades distintas de la Central, como fueron Salamanca, Zaragoza y Barcelona. Terminado este período las aguas universitarias volvieron a su cauce y sólo Madrid en su Universidad Central tenía la exclusividad de estos estudios. (187)

Dentro del periodo de nuestro trabajo tenemos todavía otro plan de estudios, el del ministro de Fomento, **Fermín Lasala** que cambió las denominaciones de las secciones que en nuestro caso volvió a llamarse Ciencias Físico químicas y sólo podía cursarse en las universidades de Madrid y Barcelona. En las demás sólo quedó una asignatura de Química en las Facultades de Medicina y Farmacia.

Como en los capítulos precedentes utilizaremos las biografías de los químicos españoles, presentadas en orden cronológico para repasar el panorama de la Química en nuestro país, dejando a los químicos analíticos para reseñarlos en los más adelante.

ANTONIO DE ULLOA Y DE LA TORRE GUIRAL 1716-1795

A este científico se le dan los títulos de físico, marino, matemático y mineralogista, pero lo traemos aquí dentro del capítulo de la Química por ser uno de los españoles que descubrió un elemento químico. Nació en Sevilla en 1716, realizando sus primeros estudios en Sevilla en el Colegio Mayor de Santo Tomás. Su padre lo embarcó a los trece años y en 1733 sentó plaza en la Academia de guardiamarinas.



Antonio Ulloa (1716-1795)

Al año siguiente y con tan sólo dieciocho años acompañó a **Jorge Juan y Santacilia** (1713-1773) en la expedición francesa a Perú y Ecuador para medir un Arco de Meridiano organizada por la Academia de ciencias de París.

Al regresar a España en un barco francés fue apresado por los ingleses, después de salvar ciertas dificultades a su llegada a Inglaterra aprovechó su estancia en ese país para completar su formación llegando a ser elegido miembro de la Royal Society en 1746.

Durante su viaje al continente americano encontró, en 1736, la platina en las arenas del río Pinto, Nueva Granada, hoy Colombia y su hallazgo se incluyó en el tomo segundo del libro de **Jorge Juan** “Relación Histórica del viage a la América Meridional”, publicado en 1748.

En el capítulo X del citado libro podemos leer: “*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 se abandonen las minas, porque ni la calcinación la vence, ni hay arbitrio para extraer el Metal, que encierra*”.

No hay duda de que se trata de una sucinta descripción de un nuevo elemento, el platino, pero sus otras muchas ocupaciones le impidieron profundizar en una descripción mas detallada, cosa que hicieron dos años después **William Watson** (1715-1787) y **William Brownrigg** (1712-1800) en la revista “Philosophical Transactions”.

El **marques de la Ensenada** don **Zenón de Somodevilla y Bengoechea** (1702-1781) envió a **Ulloa** en viaje de estudio y espionaje científico a Francia, Holanda, Suiza, Alemania y Rusia. En los últimos años de su vida enseñó electricidad y magnetismo, aplicó el microscopio al estudio de la circulación sanguínea de los peces y participó en el proyecto de construcción del Canal de Castilla. Falleció en Isla de León en 1795. (62), (151)

Publicó en 1772 unas “Noticias Americanas: entretenimientos físico-históricos sobre la América, territorios, climas y producciones en las tres especies vegetales, animales y minerales, con relación particular de las petrificaciones de cuerpos marinos”.

ANTONIO MARTÍ Y FRANQUÉS 1750-1832

Nacido en Altafulla en 1750 y falleció en Tarragona en 1832. A los 14 años ingresa en la Universidad de Cervera aunque se desconoce si llegó a obtener alguna titulación, pues se mostró disgustado con el escolasticismo entonces reinante en aquella universidad. Algunos autores le consideran un autodidacta, que se dedicó al estudio de los idiomas y al dominar el latín, francés, inglés alemán e italiano, estudió Ciencias Naturales y Química en los textos originales de los autores de la época, estableció en su casa de Altafulla un laboratorio donde llevó a cabo numerosas experiencias, en especial de sobre Fisiología vegetal y Fotoquímica. (100)

En 1787 presentó en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona una memoria sobre las combinaciones de “*varias sustancias aeriformes, con especial referencia a la composición y descomposición del agua*” con ella puede ser declarado el primer científico español que rechazó la teoría del flogisto, declarándose partidario de las ideas de **Lavoisier**. (189)

Su texto dice: “*La más famosa de estas conversiones es el agua que procede de la unión del ayre inflamable con el ayre desflogisticado, objeto que parece tener al presente, fijada la atención de casi todos los sabios de Europa, por haber dado motivo a la ejecución de muchos experimentos apreciables.* Despues de describir la Experiencia de **Priestley** comentó la de **Lavoisier** y **Laplace** en la que “*consiguieron obtener 360 granos de agua tan pura como si fuera destilada*”. (251)

El trabajo más importante como químico fue la memoria leída en 1790, “Sobre la cantidad de aire vital, que se halla en el aire atmosférico y sobre varios métodos de conocerla”. Sus resultados, obtenidos con una bureta ideada por él, fueron de “*un 21 por cien de oxígeno, sin llegar a 22*”, mucho mejores que los del propio **Lavoisier** que sostenía que era de un 27. Sus conclusiones fueron recogidas en varios manuales de química como el de **Jean Antoine Chaptal** (1756-1832).



Antonio Martí y Franques
(1750-1832)

En 1800, hizo un largo viaje por Europa visitando instituciones científicas de París, Londres, La Haya, Ámsterdam y Bruselas, siendo recibido en todas partes con mucha simpatía y reconocimiento de sus méritos.

Estudió también las variaciones que experimenta la temperatura de ebullición del agua en el vacío y por la adición de ácido clorhídrico, es decir comprendió la importancia de las propiedades físicas coligativas de la materia. Estos trabajos fueron comentados por varios autores extranjeros, pero bien por falta de traducción o por el lenguaje de **Martí**, difícilmente interpretable, no todos los autores supieron hacerle justicia.

En 1811 durante el sitio y saqueo de Tarragona perdió todos sus equipos de trabajo y fue herido en un muslo iniciándose el declive del sabio que murió en 1832 víctima de un ataque apoplético. Tampoco existen muchas publicaciones de **Antonio Martí** pues gran parte de sus anotaciones fueron destruidas también por los franceses. (151), (252), (251)

JERÓNIMO MAS (; -1804)

En 1776 comenzó a impartir clases de matemáticas en el Seminario de Vergara, permaneciendo en el centro hasta la llegada de las tropas francesas en 1794 en la Guerra contra la Convención. Durante este tiempo no solo impartió su asignatura, también dio química y física cuando quedaban vacantes estas plazas.

Viajó a París en 1787 para ampliar conocimientos de química permaneciendo dos años y asistiendo a cursos junto a **Trino Antonio Porcel**, relacionándose con **Guyton de Morveau**, **Fourcroy** y **Lavoisier** aceptando las ideas de este último. En el laboratorio del Collège Royale realizó diversas experiencias sobre la descomposición del agua en colaboración con **Léfeuvre de Guineau**, (1751-1829) profesor de física experimental de dicho colegio. (108)

Al regresar a Vergara en 1789 se dedicó a la enseñanza de la química, sustituyendo a **Chavaneau**, utilizando como texto la cuarta edición de los “Elementos de química” de **Fourcroy** publicada en París en 1789.

FRANCISCO CHAVANEAU o CHABANEAU 1754-1842

Estudió en París con **Hilaire Marie Rouelle, el Joven** (1718-1779) y en 1777 comenzó a impartir en el Seminario de Vergara. sus clases de física y francés, y en 1783 también de química.

Durante su estancia en Vergara no publicó muchos trabajos, pero si algunos sobre análisis de aguas minerales en los que utilizó los métodos de **Torbern Bergman**. Su trabajo más importante fue un método para purificar el platino en colaboración con **Fausto D'Elhuyar**. Hay que tener en cuenta que desconocido el valor de este metal, sólo se usó para alearlo con el oro y aumentar el peso de éste, por lo cual se llegó a prohibir su importación y aun se arrojaron al mar los cargamentos de algunos galeones. (64)

Cuando se inauguró la Real Escuela de Mineralogía de Madrid, **Francisco Chavaneau**, avalado por su trabajo con el platino, se encargó de la enseñanza de la química y la mineralogía, utilizando como libro de texto el “Tratado de mineralogía” de **Richard Kirwan** (1733-1812) traducido por **Francisco Campuzano**, Comisario de Provincia de Marina

En 1790 publicó el texto “Elementos de Ciencias Naturales” en el que proponía que el mejor nombre para el aire vital, el oxígeno, fuera pyrógeno, en contra de lo indicado por **Louis Bernard Guyton de Morveau** y el mismo **Lavoisier**, pero si aceptando para el nitrógeno la voz azoe.

Realizó análisis de Aguas Minerales, y en particular las de Cestona cuyos resultados publicó en 1782 en los “Extractos de las Juntas Generales de la sociedad Vascóniga de Amigos del País”, en colaboración con **Antonio de Munibe y Javier de Eguía**. (151), (217)

JOSEPH LOUIS PROUST 1754-1826

Dice **Pérez Bustamante** en la introducción de su trabajo que: “*la figura de Luis Proust presenta un significado muy especial para la Ciencia española, más concretamente para la Química científica española, que brilló de modo intenso con luz propia, bien que lamentablemente de modo sólo fugaz, en la última mitad del siglo XVIII, coincidiendo con la estancia de tan destacado científico en España, de 1777 a 1807.*” (191)

Teniendo en cuenta que este científico vivió casi la mitad de su vida en España y aquí realizó las experiencias que le llevaron a proponer la ley por la que es conocido universalmente y que figuró inscrito como Individuo de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País desde 1779, manteniendo su afiliación incluso al abandonar el Seminario Patriótico, creemos que podemos incluirlo en este capítulo de la Química en España.

El trabajo de Proust en España ha tenido críticas por parte de autores como **Carracido** (1856-1928), **Magín Bonet** (1818-1894) y **Juan Fagés y Virgili**, aunque también más benevolentes e incluso laudatorias por parte de **Orfila, Moles** (1883-1953) y **Pellón**, quienes le han considerado una víctima más de las innumerables trabas administrativas existentes y de la turbulencia social de la época. (191)

Nació y falleció en Angers en 1754 y 1826. En 1774 abandonó su ciudad natal y se trasladó a París para continuar sus estudios con **Hilaire Marie Rouell** trabando amistad con **Lavoisier**.

Inició su carrera en 1776 como farmacéutico del hospital de la Salpêtrière de París. Dos años después **Xabier María de Munibe e Idiáquez** (1729-1785) y **Joaquín de Eguía y Aguirre** (1733-1803) le propusieron como profesor para impartir la asignatura de química en España en donde permaneció hasta junio de 1780.

En 1786 fue otra vez contratado para enseñar química, esta vez por el gobierno de Madrid y con la recomendación de **Lavoisier**, en la Academia de Artillería de Segovia. Fue también director del Real Laboratorio de Historia Natural de Madrid, hasta que al iniciarse la guerra de la Independencia volvió a su país. (189)

Estableció la ley de las proporciones definidas o de la composición constante, en 1801, que enunció explícitamente como: “*Debemos reconocer una mano invisible que maneja la balanza en la formación de los compuestos. Un compuesto es una sustancia a la cual la Naturaleza asigna relaciones fijas, o sea, es un ser al cual la Naturaleza crea siempre con una balanza en la mano*” En nuestros días se dice: “*cuando dos o más elementos se combinan para formar un determinado compuesto lo hacen en una relación en peso invariable*”.

Esta primera ley química nació en medio de una fuerte polémica entre dos representantes de la Escuela francesa: **Proust**, ocupante de la cátedra de Química de la Universidad de Madrid, y **Claude Louis Berthollet**. El primero defendía la composición invariable de los compuestos químicos, mientras el segundo abogaba por la composición variable en dependencia de la relación en que se hacían reaccionar las sustancias elementales constituyentes del compuesto, presentando como pruebas

experimentales, mezclas de compuestos definidos, a los que trató erróneamente como un único compuesto.

Los resultados experimentales comprobaron la validez de la ley de **Proust**, pero en el siglo XX aparecieron en escena compuestos especiales que en un determinado intervalo la incumplen.



Joseph Louis Proust
(1754-1826)

Parece ser que **Proust** pudo vencer en su polémica con **Berthollet** y establecer su ley gracias a que en España se le construyeron, con el platino maleable que acababan de preparar **D'Elhuyar** y **Chavaneau**, los aparatos de laboratorio que necesitó.

En el texto del profesor **Guillermo Folch Jou** de 1972 podemos leer que; “*los profesores franceses no ejercieron ninguna influencia a pesar de poseer consignaciones más que suficientes para satisfacer todos los gastos que les ocasionase la enseñanza y de percibir esplendidos sueldos. Para darnos una idea de cómo se trataba a ambos profesores, indicaremos que Proust pidió una cantidad de platino para hacer crisoles y en un solo día se le entregaron 46 kilogramos de platino en granos y 18,5 de platina purificada*”. (100)

Los dos profesores franceses se limitaron a dar sus clases, pero especialmente aprovecharon su estancia en España para sus investigaciones particulares, no quiere decir esto que su labor no fuera provechosa, no lo fue en el sentido de la enseñanza, pero en cambio si dio buenos resultados en el sentido de la investigación. Más modernamente según **Inés Pellón**, “*Proust contrariamente a lo que se pensaba hasta ahora, creó escuela y tuvo un considerable número de alumnos*”. (187)

La mayoría de los químicos de aquel tiempo aceptaron la ley de **Proust** hacia 1805 y al anunciar **John Dalton** su teoría atómica en 1807, se zanjó la controversia, al ser incompatible el concepto de átomo con la idea de las proporciones no definidas en los compuestos. (187)

Existen bastantes publicaciones del científico francés recogidas en los “Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia (1791-1795)”, los “Experimentos hechos en la platina”, en los “Anales de la Historia Natural de 1799 (tomo I)” y los “Análisis de la plata roja arsenical y antimonal”, en el tomo VII de los mismos Anales.

Sus “Observaciones sobre el sistema de los conocimientos químicos de **Fourcroy**”, están publicadas en el “Memorial Literario”, tomo I de la última serie, de

1801, y las “Indagaciones sobre el estañado de cobre, la vajilla de estaño y el vidriado” en 1803, la “Carta sobre los salitres” en 1804 y la “Introducción al Curso de Química de 1799”, en los “Extractos de las Juntas de la Sociedad Vascongada”.

Se le considera como el primero que aisló el manitol y el descubridor de la glucosa, ésta en el zumo de uva, aunque otros autores piensan que había realizado este trabajo el también farmacéutico **Tobías Lowitz** (1757-1804) catorce años antes en la miel. (99)

Joseph Louis Proust colaboró con la Hidrología Médica española y en 1806 escribió un “Ensayo sobre las aguas de Arnedillo” con un análisis cuantitativo que figuró como el mejor hasta 1837. (192), (217)

Cuenta **Folch Jou** que el autor no describe el terreno puesto que no visitó el manantial, pero si describe paso a paso el método de análisis cuantitativo, en el que encuentra cloruros, sulfatos, carbonatos sodio, calcio y magnesio; “*sin resultar del todo exacto, es más completo que el que hiciera Gutiérrez Bueno*”. (102)

Los gobiernos ilustrados españoles habían conseguido abrir un importante camino para la investigación y el desarrollo de las ciencias experimentales a finales del siglo XVIII, con la importación de científicos, que se vio truncada de forma trágica con la Guerra de la Independencia.

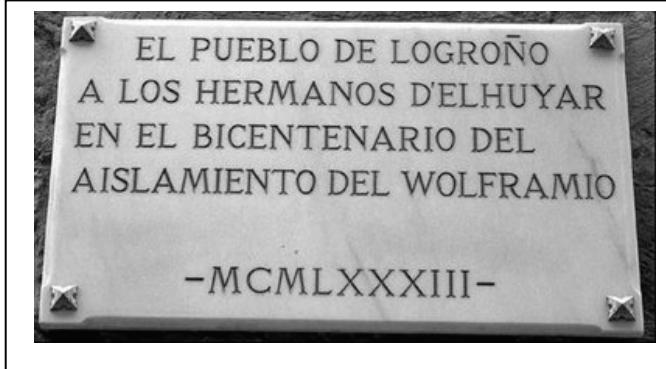
A pesar de ello y de los numerosos conflictos bélicos posteriores, con continuos cambios de gobierno, la química fue alcanzando poco a poco un lugar cada vez más importante dentro de los planes de estudio decimonónicos, al dejar de ser una simple ciencia auxiliar de la Medicina y la Farmacia para adquirir su propio estatus

JUAN JOSÉ D'ELHUYAR Y LUBICE 1754-1796

Dice el catedrático de Química Inorgánica del País Vasco, **Pascual Román Polo** que el apellido de los dos científicos, cuyas biografías vamos a resumir ahora, se puede escribir de más de 25 formas diferentes. Escogemos la que aparece en el título, ya que es la empleada en la lápida con la que el pueblo de Logroño les homenajeó en el bicentenario de su descubrimiento y suponemos que algo sabrán de esto en su tierra natal, aunque ellos firmaron su trabajo como **De Luyart**. (213)

Juan José nació en Logroño en 1754 y falleció en Bogotá en 1796. Estudió química en París con **Hilaire Marie Rouelle** desde 1772 a 1777. Cuando Juan José

contaba tan sólo 23 años fue contratado por el Ministro de Marina con conocimiento del rey **Carlos III** como espía “científico” al servicio de la corona para averiguar el método con el que los ingleses fabricaban los mejores cañones de su época.



Por sus conocimientos en mineralogía y docimasia, fue pensionado en 1778 en Freyberg para estudiar geología con **Abraham Werner** (1750-1817) y en la universidad de Uppsala, Suecia, de 1781 a 1782, para perfeccionar sus conocimientos de química con **Tobern Olaf Bergman**, allí conoció las sospechas de **Scheele** y el propio **Bergman** sobre la existencia de un nuevo elemento, el wolframio, que no acertaban a conocer. (180)

Con el magnífico utilaje de la Real Escuela Metalúrgica de Vergara, consiguió obtener el wolframio, a partir de la wolframita ($Fe, MnWO_4$). La palabra wolframio deriva de las voces alemanas *wolf* y *rahm* que significan baba o espuma de lobo y los mineros sajones denominaban así a un mineral que acompañaba a las menas de estaño impurificándolas. (213)

La monografía en que dio a conocer su descubrimiento en una memoria titulada “Análisis química del wolfram y examen de un nuevo metal que entra en su composición”, presentada a la Junta de la Real Sociedad Vascongada, y publicada en los “Extractos “de 1783 en Victoria, fue firmada también por su hermano, y esta es la causa de la disparidad de criterios que ha existido acerca del verdadero autor del descubrimiento.

Los hermanos **D'Elhuyar** describieron su hallazgo de una forma precisa y rigurosa con tan solo ochenta y cinco palabras. El texto lo recogemos aquí con su ortografía original tal y como aparece en su trabajo científico: *“Habiendo puesto otros cien granos de este polvo en un crisol de Zamora, guarnecido con carbonilla, y bien tapado, á un fuego fuerte, en el qual estuvo hora y media, encontramos rompiendo el crisol después de enfriado, un botón que se reducía á polvo entre los dedos. Su color era gris, y examinándolo con un lente, se veía un conjunto de globos*

metálicos, entre los cuales había algunos del tamaño de una cabeza de alfiler, cuya fractura era metálica, y de color de azero.”

El descubrimiento del wolframio fue rápidamente conocido en toda Europa a través de las memorias científicas que tradujeron el artículo original al francés, inglés y alemán. **Scheele** y **Bergman** tuvieron correspondencia sobre este asunto con los descubridores y en la Academia de Ciencias de Toulouse se leía la memoria del descubrimiento un año después, memoria que fue traducida al francés, al alemán y al sueco, dedicándose páginas enteras en el “Tratado de Química” de **Chaptal** y en el “Diccionario” de **Klaproth**.



Juan Jose D'Eluyar
(1754-1796)

En España la wolframita era conocida en Extremadura desde finales del siglo XVIII, y abunda sobre todo en la región estannífera del Noroeste de español donde se explota para emplearla en la preparación de aceros especiales. (64)

Juan José fue enviado en 1785 al virreinato de Nueva Granada, Colombia, donde fue Director de Minería en 1788, poniendo en marcha el método de obtención de plata por amalgamación según el método de **Ignaz von Born** (1742-1791). (62), (151)

En cuanto al nombre del elemento debemos decir que los descubridores le dieron el nombre de wolframio, el símbolo químico actual es W y la IUPA lo permite, por tanto en las lenguas hispanas debería utilizársele siempre, como homenaje a estos químicos riojanos, en lugar del de tungsteno.

Este riojano fue amigo y compañero en sus últimos años de **Mutis**, que recogió sus papeles y documentos que se conservan en la llamada Colección de Mutis en el Jardín Botánico. (251)

FAUSTO D'ELHUYAR Y LUBICE 1755-1833

Nació en Logroño en 1755 y falleció en Madrid en 1833. Desde 1772 a 1777, estudió química en París con **Hilaire Maria Rouelle** y después de haber ampliado conocimientos en la escuela de minas de Freyberg, en Sajonia, con el profesor **Abraham Werner**, y en Suecia, Noruega e Inglaterra, se incorporó al centro guipuzcoano en 1781, como profesor de mineralogía hasta 1785, año en que dimitió por la falta de interés de los alumnos.



Fausto D'Eluyar
(1755-1833)

Junto con **Chavaneu** se planteo y resolvió el problema de la fragilidad del platino, debida a la presencia de iridio, que dificultaba su empleo. El gobierno le envió en 1785 a Hungría a estudiar el proceso de amalgamación de metales nobles que había desarrollado **Ignaz von Born** cuyos detalles envió a su hermano.

En 1876 fue a Alemania para completar el conocimiento del método de amalgamación de plata acompañado por **Andrés Manuel del Río**, y la información también se la envió a su hermano **Juan José**. Con éste estudió el mineral llamado wolfran, sustancia conocida de antiguo, aunque de composición ignorada, descubriendo un nuevo metal que denominaron wolframio. **Francisco Vera** considera que en este trabajo “tuvo más parte don **Juan José** que don **Fausto**”.

En 1788 fue a América como Director de Minería de Nueva España, Méjico, y en 1792 fundó el Real Seminario de Minería de Nueva España, espléndidamente dotado, y que tanto elogió **Alexander von Humbolt**, y en el que realizó varios descubrimientos, **Del Río** le atribuye el del cerio.

Como consecuencia de la independencia de México regresó a España en 1821, donde actuó como director general de minas, falleciendo en Madrid en 1833. (253), (151), (62)

JUAN MANUEL DE ARÉJULA Y PRUZET 1755-1830

Nació en Lucena, Córdoba, en junio de 1755 en el seno de la familia formada por **Juan de Aréjula Burgos** y **Francisca Pruzet Badel**, el origen francés de su madre y la profesión de su padre, cirujano de del Regimiento de Dragones de Edimburgo, fueron las causas de la importancia que Francia y la cirugía iban a tener en su vida profesional. (52)

A los 17 años ingresó en el prestigioso Colegio de Cirugía de Cádiz, establecimiento creado en 1748 con el objeto de formar cirujanos navales en número y calidad suficiente para satisfacer las necesidades de la armada. Al terminar la carrera trabajó como cirujano, bien embarcado, bien en acuartelamientos desde 1776 a 1784 visitando durante este período las colonias americanas.

Al no poder ser nuevamente embarcado por motivos de salud, fue enviado a París a estudiar química pudiendo elegir entre una amplia variedad de cursos; desde

los impartidos de forma libre y gratuita en instituciones como el Collège Royal y el Jardin du Roi, hasta los cursos privados impartidos por renombrados médicos o farmacéuticos en sus laboratorios privados. (52)

Los cursos privados ofrecían la posibilidad a los alumnos de intervenir en los experimentos realizados por el profesor como preparadores o demostradores e incluso desarrollar sus investigaciones particulares bajo la supervisión de los maestros. **Juan Manuel de Aréjula** trabajó con uno de los más importantes químicos del momento, **Antoine François Fourcroy**, con el que llegó a ser demostrador en sus acreditados cursos experimentales de filosofía química en setenta lecciones. El científico francés desarrollaba en 1787 una gran actividad en el seno de la Real Sociedad de Medicina, en donde había puesto en marcha un programa de análisis cualitativo de aguas minerales.

En 1788 publicó el cirujano español un texto titulado “Reflexiones sobre la nueva nomenclatura química”, de la que realizó una versión francesa incluida en la revista “Observations sur la physique”, en el que planteó su visión de la reforma planteada por los químicos franceses sugiriendo algunos cambios “*para acomodar las voces al genio de nuestra lengua*”.

Aréjula había aceptado la nueva nomenclatura y las ideas de **Lavoisier** y sólo puso reparos a la generalización del término oxígeno, entendido como productor de ácidos, proponiendo el de arxicayo o principio quemante, también cambió la denominación francesa tungstene por la de wolfram nombre que le dieron los hermanos **D'Elhuyar**. (189)

Vuelto a España en 1791 fue nombrado ayudante de cirujano mayor y titular de la cátedra de química en Cádiz en el Colegio de Cirugía y en 1795 se le concedió el privilegio de pronunciar el discurso de apertura que versó sobre “La necesidad de la química en la teoría y la práctica de la medicina”, asunto muy polémico que dividía a los médicos de la época incluidos los hidrólogos. La penuria de medios para dar sus clases de química hizo que sólo ejerciera como profesor de materia médica y botánica.

Fue miembro de la Dirección General de Estudios durante el trienio liberal (1820-1823), situación que encajaba con su carácter progresista, intentando una ambiciosa reforma de los estudios de Medicina, pero cuando cambiaron los aires políticos con la vuelta al absolutismo tuvo que exiliarse en Londres hasta el fin de su vida en 1830. (189)

DOMINGO GARCÍA FERNÁNDEZ 1759-1829

Nació en Belorado, Burgos, en 1759. Realizó sus estudios en el Colegio de Farmacia y en la Facultad de Medicina de París. En 1783 obtuvo una pensión del gobierno de España para ampliar sus estudios en química. Se dedicó a la química aplicada a las artes, más centrado en los conocimientos químicos en sí mismos que en su uso en otros campos como la minería, la medicina o la cirugía.

En 1787 fue encargado por la Junta General de Comercio y Moneda para regresa a Francia y realizar diversas comisiones especialmente destinadas a la creación de una escuela de química en Madrid y una Cátedra de química aplicada a las artes. Vuelto a España sería nombrado inspector general de las Real Casas de la Moneda y director general de las Reales fábricas de salitre y pólvora, para las cuales editó un Reglamento en 1808.

En 1793 tradujo del francés, con adición de notas propias, los “Elementos de Farmacia teórica y práctica” del farmacéutico francés **Antoine Baumé** (1728-1804) y en 1795 publicó los “Elementos del arte de teñir” de **Berthollet**, incluyendo al final una nueva traducción del “Método de la nueva nomenclatura química” de **La-voisier**. (151)

En 1799 funda, junto a **Cristiano Herrgen**, **Louis Joseph Proust** y **Antonio José Cavanilles** la primera revista científica española, “Anales de Historia Natural”, a la que contribuye con distintos artículos en los que pone de manifiesto su excelentes relaciones científicas con **Louis Joseph Proust**, con el que intercambiaba verificaciones de sus respectivos experimentos.

Como un gran número de científicos españoles relevantes, el carácter ilustrado de **García Fernández** y su cercanía al pensamiento francés le traerían complicaciones durante el periodo de invasión francesa, pues al colaborar con el gobierno de **José Bonaparte** tuvo que exiliarse a Francia al finalizar la guerra en 1813.

Regresó a España, tras la firma del Tratado de Valençay en el que se prometía el perdón a los afrancesados, y en 1818, se le encarga la dirección de la fábrica de Alcáraz y, más tarde, de las salinas de La Poza. En 1822 fue designado para dirigir las minas de Almadén, que mejoró sensiblemente, y donde ejerció hasta su muerte.

En relación con la Hidrología Médica realizó “La análisis y síntesis, por orden del gobierno, de las aguas de Solán de Cabras y de las del Rosal de la villa de Beteña”, publicados en 1787, en “Noticia de las aguas minerales de la fuente de Solán de Cabras en la sierra de Cuenca” escrita por don **Juan Pablo Forner** (1756-1797).

Parece que previamente había realizado el boticario de la Villa de Priego don **Diego Crespo** un análisis de las aguas que **Casimiro Gómez Ortega** encontró no muy afortunado por lo que solicitó “*que algún joven fundamentalmente instruido en la Chimica pasase a reiterar el reconocimiento analítico al pie del mismo manantial*”. Este joven fue **Domingo García** y el resultado el libro descrito anteriormente en el que se incluye el análisis químico ajustado a las normas de **Scheele, Bergman** y **Morveau**. (192), (217)

TRINO ANTONIO PORCEL Y AGUIRRE OQUENDO

Fue alumno del Seminario de Vergara y se trasladó a París para ampliar su formación científica de acuerdo con la tradición ilustrada.

Publicó en los “Extractos de las Juntas Generales de la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País” de 1788 trabajos sobre el análisis de varios minerales con el título “Nueva análisis Química de las venas ferruginosas de Somorrostro, Cerain y Mutiloa” y en los de 1789 “Notas y reflexiones acerca de la obrita del mejor método de analizar las aguas” con varios comentarios críticos a la obra de **Pedro Gutiérrez Bueno**, titulada “Instrucciones sobre el modo de analizar las aguas” de 1782.

Trino Antonio Porcel criticó la inclusión de las antiguas teorías químicas, máxime cuando **Gutiérrez Bueno** había sido el traductor de la nomenclatura de **Guyton. Folch Jou** indica que “*fue una crítica injusta a todas luces ya que el profesor Gutiérrez Bueno, en admirable ausencia de vanidad personal, renuncio conscientemente a todo tipo de alarde científico que pudiera menguar su propósito de claridad y divulgación*”. (192)

También admitió la crítica de **Aréjula** al nombre de oxígeno dado por **Lavoisier**, pero tampoco admitió el de arxicayo, proponiendo el de comburente. Realizó otros cambios en la nomenclatura trasformando la terminación francesa en “e”, de las sales por “o”, así los “nitrate” y “sulfate” franceses quedaron como nitrato y sulfato que hoy todavía usamos. (108)

JUAN MANUEL MUNÁRRIZ

Nacido a finales del siglo XVIII. Artillero y profesor de matemáticas en la academia de Segovia, pasa por ser el más destacado de los discípulos de **Louis Joseph Proust**. Tradujo el “Tratado de Química” de **Lavoisier** en 1794 y un amplio suplemento original a la traducción de los “Elementos de química” de **Jean Antoine Chaptal** en 1801

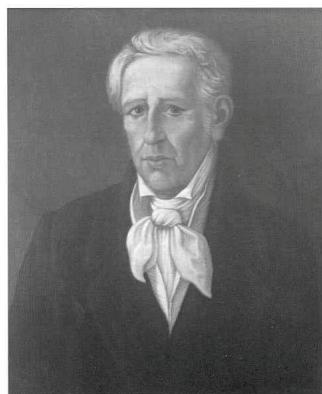
Dejó la carrera científica por la militar, en la que llegó a general, al finalizar la Guerra de la Independencia. Visitó la comarca del Bierzo para buscar un posible asentamiento para una fábrica de armas, en esa época su valor intelectual debió ser muy importante y reconocido, pues **Godoy** lo cita en sus Memorias.

ANDRÉS MANUEL DEL RÍO 1764-1849

Nació en Madrid en 1765 y estudió en el Instituto de San Isidro, en la Universidad de Alcalá de Henares y en 1782 pasó a la escuela de Minería de Almadén, con el profesor **Enrique Cristobal Storr**. Se trasladó a París para ampliar sus estudios durante cuatro años como discípulo de **Jean Darcet** (1724-1801) y **Lavoisier**

Estuvo pensionado en 1789 en la Escuela de Minas de Freyberg, con **Abraham Werner**, donde fue condiscípulo de **Alexander von Humboldt**, posteriormente, se trasladó a la Real Escuela de Minería de Chemnitz en Hungría y en 1791 recorrió Inglaterra visitando varias minas.

Fue enviado en 1795, como catedrático de Química, al Real Seminario de Minería de México, con lo que la minería mejicana alcanzó un gran desarrollo. Vino a España en 1820 como representante en las Cortes, su actuación como diputado durante el trienio liberal truncó su carrera como científico, exiliándose en los Estados Unidos de Norteamérica durante cuatro años, volviendo a Méjico donde murió en 1849.



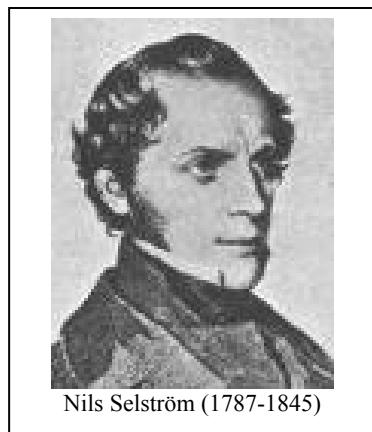
Andrés Manuel del Río
(1764-1849)

Trabajando en un improvisado laboratorio establecido en una cochera del Real Seminario descubrió en 1801 en el llamado plomo pardo de Zimapán, la vanadinita, cloro vanadato de plomo de fórmula $Pb_5(VO_4)_3Cl$, un metal que llamó primero pancromo por la gran variedad de colores de sus óxidos. Posteriormente lo renombró como eritronio por dar con los álcalis sales blancas que al fuego se volvían escarlata. (251)

Dos acontecimientos le privaron de ser considerado el descubridor del elemento. En este aspecto podemos considerar el naufragio de su amigo **Alexander von Humboldt** cuando volvía con una muestra del mineral a Europa para su análisis, y el que con otra muestra analizada por **Hippolyte Collet Descotils**, (1773-1815) este concluyera erróneamente que se trataba de cromo e incluso la indecisión de **Del Río** que aceptó que el eritronio era cromo impuro. Todas estas circunstan-

cias lo llevaron a perder la paternidad del descubrimiento, aunque años más tarde **Friedrich Wöhler** lo confirmó con otra muestra que le hizo llegar el propio **Humboldt** para deshacer el equívoco.

Treinta años después el sueco **Nils Gabriel Sefström** descubrió el elemento en una mena de hierro y lo bautizó con el nombre de vanadio, en honor de la diosa de la juventud y la belleza escandinava Freya Vanadis, el español aceptó el nuevo nombre, aunque escribió en 1846 en sus “Elementos de Oricognosia”, “*más derecho tenía otra divinidad mejicana que en sus tierras se halló.*”



Nils Selström (1787-1845)

En su libro “La España de los metales” el profesor **Felipe Calvo y Calvo** (1919-1991) decía: “*Se siente cierto alivio, al saber que el eritronio fue el primer elemento químico descubierto en un laboratorio americano, y que lo fue por un español más de un siglo antes de que en los Estados Unidos de Norteamérica se descubriera el segundo, el niobio o columbio.*” (62)

Tengo que reconocer que intentar descifrar esta última frase entrecerrillada, tomada del libro del químico y académico, donde también está en cursiva, ha consumido algunas horas de mi trabajo, pues encierra ciertas posibles contradicciones.

El honor de ser el primer elemento encontrado en América debemos dárselo al platino, para **Felipe Calvo** en 1736, aunque algunos autores como los rusos **Trifonov**, solamente le atribuyen al explorador español el mérito de nombrarlo y dar, por primera vez, una descripción poco detallada. Como el descubrimiento se publicó en 1748, esta es la fecha universalmente admitida para el descubrimiento del elemento. (242)

Esta situación la subraya **Isaac Asimov** (1920-1992) cuando dice: “*Mientras todos los elementos habían sido descubiertos en Europa, también iba a ser descubierto uno en el Nuevo Mundo. En 1748 un oficial de Marina español llamado Antonio de Ulloa encontró unas minas que producían unas pepitas de un metal blanquecino, parecido a la plata pero mucho más pasado, el platino.*” (35)

Casi un siglo después, se descubrió otro elemento en América; el eritronio o vanadio cuya paternidad podemos adjudicársela al español **Antonio del Río** en 1801. **Asimov** da como descubridor al sueco **Nils Gabriel Sefström** en 1830, que

lo encontró en una muestra de una mena de hierro de la mina Taberg sin mencionar siquiera a nuestro compatriota.

Sí lo hacen los rusos apellidados **Trífonov** que indican que una muestra de mineral de plomo de una mina cerca de Zimapán cayó en 1801 en manos del profesor de mineralogía **Antonio del Río**. “*Siendo un buen analítico, examinó la muestra y llegó a la conclusión de que ésta contenía un metal nuevo semejante al cromo y al uranio. El español obtuvo varios compuestos del metal, y cada uno tenía su propio color. Sorprendido de esta circunstancia, propuso para el nuevo elemento el nombre de pancromo, pero al poco tiempo lo cambió por el de eritronio por el color rojo que adquirían muchas de sus sales cuando se calentaban*”. (242)

Como hemos dicho el propio mineralogista perdió confianza en su descubrimiento declarando incluso que el producto era simplemente cromato de plomo, perdiendo así la paternidad del elemento y el nombre dado. Treinta años después **J. Berzelius** y **Nils Sefström** lo redescubrieron y dieron al nuevo elemento el nombre de vanadio. **Friedrich Wöhler** (1800-1882) llevó hasta el fin el estudio del mineral mejicano y demostró definitivamente que contenía vanadio y no cromo con lo que ponía de manifiesto que el eritronio y el vanadio eran el mismo elemento.

Hasta 1867, año en que **Henry Enfield Roscoe** (1833-1915) estudió la química del vanadio, y consiguió obtener vanadio metálico por reducción del cloruro con hidrógeno, se demostró que no tenía analogía ni con el cromo ni con el uranio y que si se asemejaba al niobio y al tántalo. Como un último guiño cruel e irónico a esta historia del vanadio los más bellos cristales de vanadinita se han hallado en Santa Marca, Badajoz. (64)

Vemos que el platino y el vanadio si pueden considerarse los dos primeros elementos americanos, pero el doctor **Felipe Calvo** dice que el segundo elemento americano es el niobio descubierto por **Charles Hatchett** (1765-1847) químico inglés y fabricante de coches, que a diferencia de la mayoría de los químicos vivió en la opulencia, por su segundo trabajo. (41).

Efectivamente en noviembre de 1801 **Charles Hatchett** leyó ante la Royal Society una comunicación titulada “Análisis de un mineral de América del Norte que contiene un metal antes desconocido”. El mineral había sido enviado al Museo Británico por **John Wintrop** (1606-1676) primer gobernador de Connecticut en 1634 y la muestra reunía toda una gama de metales, por tanto distinguir entre ellos al nuevo era una tarea bastante difícil. Rindiendo homenaje al lugar del hallazgo del mineral lo denominó columbita y al elemento columbio.

Algunos años después, el químico inglés **William Hyde Wollaston** (1776-1828) tras analizar un segundo fragmento del mineral, declaró erróneamente que el columbio era el mismo elemento que el tantalio, descubierto por el sueco **Anders Gustaf Ekeberg**. Tuvo que ser **Heinrich Rose** (1795-1864) quien en 1846 comprobara que **Wollaston** estaba equivocado y **Hatchett** tenía razón.

El metal niobio no fue obtenido hasta 1864 por **Christian Wilhelm Bloms-trand** (1826-1897) por calefacción de su cloruro en atmósfera de hidrógeno. En 1865 el químico suizo **Jean Charles Galissard de Marignac** (1817-1897) consiguió la separación del columbio de su análogo el tantalio, metal muy parecido que acompañaba e interfería con el primero, el científico suizo europeizó el nombre de columbio por el de niobio en honor de Niobe hija de Tántalo.

El nombre de columbio con el símbolo Cb permaneció en uso en las revistas norteamericanas hasta 1953, mientras que en Europa se utilizaba niobio, para poner fin a esta confusión, la décimo quinta sesión de la Unión de Química celebrada en Ámsterdam en 1949 eligió el nombre de niobio.

Si damos por bueno que el primer elemento descubierto en un laboratorio americano fuera el eritronio o vanadio, en 1801, o en 1830 según los diferentes pareceres, el siguiente elemento de origen americano, el columbio o niobio se demostró en un laboratorio europeo pocos años después, en 1846, nunca un siglo más tarde, así que no encajan bien las piezas de este puzzle de descubrimientos químicos.

Tenemos que llegar a 1940 para que el astato fuera sintetizado por vez primera por **Dale Raymond Corson** (n1914) **Kenneth Ross MacKenzie** (1912-2002) y **Emilio Gino Segrè** (1905-1989) en la Universidad de Berkeley, California, bombardeando bismuto con partículas alfa. La Segunda Guerra Mundial interrumpió su trabajo pero, una vez acabada la contienda, el equipo reanudó su labor y en 1947 propuso para el elemento el nombre de astato que significa inestable en griego.

Este sería el segundo elemento obtenido en un laboratorio americano y al que se le dio inicialmente el nombre de Alabamio (Ab). Es un compuesto químico altamente radiactivo, similar a los halógenos, especialmente el iodo, y resulta ser el elemento más raro de la naturaleza, con una cantidad total sobre la superficie terrestre menor a 25 gramos como producto de la desintegración del uranio. (242)

No tuvieron mucha aceptación los nombres de estos elementos americanos, ni eritronio, pancromo, columbio y alabamio han llegado a la actual tabla periódica, pero no fueron los únicos pues muchos otros elementos cambiaron su nombre con el correr de los tiempos dejando su identidad a otros más afortunados.

De los tres elementos que podemos considerar fueron descubiertos por científicos españoles dos de ellos, platino y vanadio nos han permitido poner de manifiesto el terrible maremagno en que se desenvolvía la ciencia del siglo XIX. Esta situación era también una muestra de la gran vitalidad que había alcanzado la Química en este siglo, como ciencia autónoma y ahora en pocas líneas hemos nombrado a muchos científicos cuyo trabajo contribuía ya al desarrollo de otras ramas del saber.

La tardanza en comunicar los descubrimientos en revistas de gran difusión, la competencia entre los mismos científicos, e incluso la falta de confianza en su trabajo, así como la carencia de sistemas de arbitraje homologados, permitieron que coexistieran diferentes nombres y paternidades del mismo elemento.

Volviendo a la biografía de **Manuel del Río** debemos decir que publicó unos: “Elementos de Oricognosía, o del conocimiento de los fósiles, dispuestos según los principios de **A. G. Werner**” entre 1795 y 1805, con nuevas ediciones “según el sistema de **Berzelius**” en 1832 y 1846 y un suplemento en 1848, que puede considerarse el primer libro de mineralogía escrito en español en América. También escribió: “Teoría de vetas y arte de minas”, “Tratado de Cristalografía”, y una traducción de las “Tablas Mineralógicas” de **Hermann Karsten** (1817-1908).

FRANCISCO CARBONELL Y BRAVO 1768-1837

Nació en Barcelona en 1768 y murió en la misma ciudad en 1837. Hijo del farmacéutico **Jaime Carbonell**, hizo sus primeros estudios en el seminario tridentino de su ciudad natal concediéndosele el título de doctor en filosofía por la Universidad literaria de Palma en 1785. En los cursos

1785 a 1787, “*cursó las matemáticas desde sus primeros rudimentos hasta la parte más sublime, no debe pasarse por alto que la opinión dominante entonces en este país, aun entre los literatos, no consideraban en la ciencia de la cantidad ninguna aplicación conveniente mas que para los militares*”. (256)



Francisco Carbonell Bravo
(1768-1837)

Bajo la dirección de su padre y de otros profesores se dedicó al estudio teórico y práctico de la farmacia para alcanzar el título de boticario colegiado por el Colegio de Barcelona en 1789. Pasó a Madrid para estudiar física

experimental, química, mineralogía y botánica obteniendo el título de farmacéutico colegiado por el Colegio de esta ciudad en 1790, siendo nombrado socio de la Academia médica matritense.

Se graduó en 1795 en Medicina en la antiquísima Universidad de Huesca y para ampliar estudios fue a Montpellier donde estudió otros tres años hasta alcanzar el doctorado en 1801 con un trabajo titulado: “De chemiae ad medicinam applicationis usu et abusu disceptatio”, traducida posteriormente al castellano. Siempre buscando la mejora de sus conocimientos estudió en esta última ciudad física experimental, historia natural y química siendo discípulo de **Jean Antoine Chaptal**.

Los antecedentes de la Escuela de Química de Barcelona, se remontan a 1787 en un primer intento del **Conde de Floridablanca**, hasta diez años después no se acuerda establecerla, y siempre que la dirija un químico extranjero con un ayudante español, una rara condición que no permitió su desarrollo. **Francisco Carbonell** se ofreció a ocupar este puesto, pero pasando previamente un año en Madrid donde se había creado una escuela que se consideraba modelo en su tiempo allí trabajó en 1802 y 1803 con **Louis Joseph Proust** y con **Cristino Herrgen**.

A su regreso a Barcelona, obtuvo la Cátedra de Química de esta Real Junta de Comercio de Barcelona, siendo designado el 14 de noviembre de 1803 y ocupándola en 1805, posteriormente, en 1822, ocupó la Cátedra de Química de la Universidad de Barcelona. (153), (90)

Fue el introductor en España de las ideas químicas de **Lavoisier** mediante su libro “Pharmaciae Elementa Chemiae recentioris fundamentis innixia” (1796) del que se hicieron cuatro reediciones en España y tres en Francia y de la que **Nicolas Deyeux** (1745-1837) dijo que debería ser citada como modelo. En 1805 **Francisco Carbonell** se dedicó al estudio de los compuestos en Farmacia, del que publicó un resumen llamado “Elementos de Farmacia fundados en los principios de la Química moderna”. (118)

También publicó “Disertación sobre el álcali volátil” (1789), “Memoria sobre el uso y abuso de la aplicación de la química a la Medicina” (1805), “Ensayo de un plan de enseñanza de las ciencias naturales en España” (1812), “Nuevo método de la destilación del vino. Arte de hacer y conservar el vino” y “Sobre la falsa aplicación de la Química a la doctrina médica de la fiebre amarilla”.

Tuvo fama en Cataluña como gran profesor que supo impulsar el carácter experimental de los estudios de Física y Química. En uno de sus experimentos realizados en la Cátedra el 8 de Junio de 1805, el descuido involuntario del mozo auxiliar del laboratorio le hizo fracasar en un trabajo destinado a realizar la síntesis del agua,

motivando una fuerte explosión que causó heridas leves entre los alumnos, y graves al profesor, al mozo y al ayudante don **José Rodríguez**. El mozo sanó después de mucho tiempo, el ayudante murió de resultas del accidente y a **Carbonell** le causó la pérdida de un ojo y la deformación del rostro. (28), (256)

Una vez restablecido continuó con la enseñanza hasta 1808 y pasada la invasión francesa volvió a la docencia desde 1815 a 1820. Según el doctor **Agustín Yáñez Girona**, destacaba por su claridad, concisión orden y exactitud en sus explicaciones. Le auxilió en sus tareas, después del accidente el ayudante **José Esteban Raffer**, profesor de farmacia e individuo de la Academia de Barcelona. Su influencia llegó a toda España a través de sus discípulos, entre los cuales se encuentra su hijo **Francisco Carbonell y Font** (1792-1854) **José Camps y Camps** (1795-1877) y otros muchos que alcanzaron cátedras en distintas ciudades. (256)

Creó la primera conferencia de mineralogía en Barcelona, al amparo de la Real Junta de Comercio, a la que asistió como discípulo **Agustín Yáñez Girona**, entre otros muchos. En 1822 fue nombrado catedrático de Química de la Universidad de Barcelona que se inauguró ese mismo año.

Su relación con la Hidrología Médica la tenemos cuando en 1815 a propuesta de la Real Junta superior gubernativa de medicina se le comisionó para hacer el análisis de las aguas minerales de Aragón, Cataluña y Valencia, encargo que no llegó a realizar por falta de recursos aunque consta la publicación del trabajo “Memoria químico médica de las aguas minerales de Caldas de Bohy” en la que expuso el resultado de sus observaciones y ensayos analíticos anteriores acompañados de un apéndice de los descubrimientos hechos en varias aguas termales europeas por el geólogo catalán don **Carlos de Gimbernat** (1768-1834). Para clasificar las aguas presentó una división distinguiendo entre hepáticas o sulfuroosas, acídulas o gaseosas, ferruginosas y salinas. (217)

Un nuevo accidente en 1824, disminuyó aún más su capacidad física, falleciendo de pulmonía el 15 de noviembre de 1836. (151)

JOSÉ ANTONIO BALCELLS Y CAMPS 1777-1857

Nació el 15 de agosto de 1777, en Castellar del Vallés, siendo hijo de un maestro boticario del mismo nombre natural de Alella, que había obtenido su título en 1771. (118)

El biografiado comenzó sus prácticas en Barcelona, en la farmacia de **Francisco Garriga**, en 1793, y en 1794 obtuvo el título de farmacéutico aprobado por el Protomedicato. En 1800 descubrió el procedimiento para elaborar y teñir el algodón

con el color rojo, denominado rojo de Adrianópolis, divulgando el que hasta entonces había sido un secreto exclusivo de Turquía.

Posteriormente, cursó estudios de química durante los cursos 1801-1802 en la Cátedra que explicaba en la Facultad Reunida, don **Juan Ametller y Mestre** (1746-*?*) de la cual era ayudante don **José Antonio Savall y Valdejuli**, y en el año 1805 concurrió a las clases que en la Lonja de la ciudad de Barcelona impartía don **Francisco Carbonell y Bravo** auxiliado por don **José Esteban Rafer**.

Un hecho muy interesante se produjo en 1812 durante la Guerra de la Independencia y consistió en una conspiración contra la guarnición francesa de la Ciudadela de Barcelona, urdida por algunos boticarios, que consiguieron envenenar el pan destinado a la tropa y que costó la vida a tres soldados. El interés, desde nuestro punto de vista, está en el juicio celebrado posteriormente en el que **José Antonio Balcells, Juan Ametller y Luis Yáñez y Rovira** actuaron como peritos químicos en el laboratorio de la Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona para determinar que producto se había utilizado. (136)

Terminada la Guerra de la Independencia le concedieron automáticamente el título de Doctor en Farmacia en 1815 y ganó por oposición la Cátedra de Física y Química, del Real Colegio de Farmacia de San Victoriano de Barcelona, del que fue Jefe Local. (42)

Con motivo de la epidemia que aniquiló la población de Barcelona en 1820 recibió el Colegio una solicitud de una memoria dictaminando los medios para combatirla, **Balcells** la redactó íntegramente y aconsejó el uso de los desinfectantes mercuriales, apuntando muy acertadamente que el germe estaba en las aguas.

Habiendo sido destituido por cuestiones políticas de su puesto en Barcelona, en 1823 se presentó ante la Regencia del Reino la cual acordó, con la Junta Gubernativa de Farmacia, la asignación de una cátedra en el Real Colegio de Farmacia de San Fernando, de Madrid. Durante el curso de 1824 llegó a encargarse de todas las asignaturas al ser cesados sus titulares, pero en 1825 volvió a Barcelona y por su significada actuación el Rey le concedió en 1826 honores de Primer Ayudante de Farmacia del Ejército, haciéndose cargo de la Jefatura del Colegio de San Victoriano.

Al incorporarse la Farmacia a la Universidad, ocupó la cátedra de Práctica Farmacéutica y el 24 de diciembre de 1852, fue nombrado Decano de la Facultad de Farmacia de Barcelona, por fallecimiento de **Tomás Balvey**. Se jubiló en el curso 1855-56 a la edad de 77 años, falleciendo el día 1 de junio de 1857 a los 80 años. (182)

Fue autor de múltiples trabajos y publicaciones entre las que sobresale la titulada “Medios de obtener extractos medicinales”, pero no se le conocen obras dedicadas específicamente al análisis químico. Científicamente estaba al día en todo lo que se relacionaba con sus asignaturas siendo no sólo un buen práctico, también fue un teórico, resultando un admirador de **Lavoisier, Dalton y Berzelius**. Creó una clasificación de los elementos entonces conocidos en función de su carga eléctrica con muchos de los términos que hoy utilizamos. (118), (100)

ANDRÉS ALCÓN CALDUCH 1782-1850

Nacido en Valencia en 1782 y fallecido en Madrid en 1850. Hijo del farmacéutico del mismo nombre hizo las prácticas en la oficina de su padre.

Estudió algunos cursos de medicina, de botánica con **Antonio José Cavanilles**, de química con **Louis Joseph Proust** y de mineralogía con **Cristiano Herregen** alcanzando la licenciatura de farmacia en 1804 y el doctorado en química en 1805. Amplió estudios en París con **Louis Nicolás Vauquelin, Louis Jacques Thenard y Joseph Louis Gay Lussac**.

Tomó posesión en 1815 de la Cátedra de Física y Química, del Colegio de San Fernando desempeñando al mismo tiempo la de Farmacia Experimental. Fue bibliotecario y Jefe Local del centro cesando en el Colegio en 1818 al pasar a catedrático por oposición de Química del Museo de Ciencias.

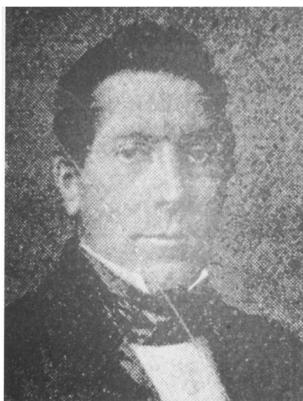
Ocupó en 1822 la Cátedra de Química en Madrid, sucediendo a **Gutiérrez Bueno**, siendo muy activo como farmacéutico militar y académico, ocupando diferentes cargos políticos, antes y después de su exilio, como diputado, en 1836 y director general de estudios, en 1840, no dejó publicaciones quedando sus trabajos como manuscritos. (151)

JOSEP ROURA I ESTRADA 1787-1860

Nació en San Feliú de Guixols en 1787, después de hacer la enseñanza primaria y parte de la secundaria en su tierra, acudió a la Universidad de Montpellier en 1820, donde consiguió los siguientes títulos, bachiller en artes, bachiller en ciencias, licenciatura de ciencias y doctorado en ciencias. (90)

En el trienio constitucional de 1820 a 1823 se aprobó el Reglamento General de Instrucción Pública que devolvió la Universidad a Barcelona y **Josep Roura** fue nombrado sustituto de la cátedra de Química. También en 1823 es nombrado profesor de matemáticas, estática y química del Gimnasio militar y finalmente ingresó en la Academia de Ciencias de Barcelona.

Con el inicio de la Década Ominosa, 1823-1833, y con la recuperación del poder absoluto por parte de Fernando VII se cerró otra vez la Universidad de Barcelona y se volvieron a abrir las puertas de la de Cervera, con la correspondiente sustitución de los profesores. (151)



Josep Roura i Estrada
(1787-1860)

En 1824 el titular de la cátedra de Química, **Francisco Carbonell y Bravo** sufrió el accidente comentado que le impidió continuar impartiendo sus enseñanzas. La Junta de Comercio contrató como profesor interino a **Roura** que permaneció en esta situación hasta que consiguió la Cátedra en propiedad en 1826.

Don **Josep Roura** inició inmediatamente las clases en la Escuela compaginándolas con la dedicación a la investigación, una actividad que le caracterizaría toda su vida. En 1824 inició sus primeros estudios para la obtención de gas a partir de la destilación del carbón salvando los grandes problemas derivados de la carencia de aparatos adecuados. En 1825 realizó un viaje de estudios a París de donde vino impresionado al comprobar que desde 1820 ya existía en la capital francesa la Compagnie Française pour l'Éclairage a Gas, dedicada a la producción y distribución de gas para la iluminación.

En la noche de 24 de junio de 1826, con la asistencia de las autoridades barcelonesas, **Roura** efectuó con éxito la primera iluminación pública con gas en España en el laboratorio de la Escuela de Química, como reza en una placa conmemorativa colocada en el edificio de la Lonja. Como premio a su labor se le adjudicó en propiedad, en 1826, la cátedra de Química que ya detentaba como interino desde tres años antes, como ya hemos señalado, sin necesidad de hacer las oposiciones en Madrid.

Hemos visto como **José Roura i Estrada** fue nombrado miembro de la Academia de Ciencias con una larga y fructífera relación que se había iniciado cuando en 1822 leyó su “Discusión sobre algunos de los muchos procederes de que se valen los químicos para probar que el agua, aire y tierra no son cuerpos elementales”. Posteriormente en 1833 presentó un trabajo titulado “De la luz que emite el óxido de calcio resultante de la descomposición del sulfato de cal por su incandescencia en la llama del gas hidrógeno”.

Durante la Guerra Carlista de 1833 a 1840 se autorizó al traslado provisional de la Universidad de Cervera a Barcelona y en la regencia de Espartero, 1841 a 1843 se aprobó el traslado definitivo de la universidad a Barcelona. La Junta de Comercio inició una etapa de decadencia propiciada desde 1841 por la perdida de sus derechos de peritaje y culminada por su trasformación en 1847 en un organismo de tipo consultivo.

A pesar de todo esto la Escuela de Química seguía su actividad, de manera que, en 1844 tenía más de 200 alumnos y a su director se le reconocía, públicamente, su labor haciéndosele en 1844 miembro de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona. Su actividad continuaba y en 1846 presentaba su invento de la pólvora blanca, de mayor fuerza expansiva que las otras y de la que mantenía el secreto de su composición, las pruebas oficiales se realizaron en 1848 y 1851 y aunque los resultados fueron buenos, como en tantas ocasiones en España, no se le dio la importancia que tenía.

En el año 1850 se produce el necesario desarrollo de las enseñanzas técnicas en España con el decreto de creación de las Escuelas Industriales por el ministro **Manuel Seijas Lozano**, siendo únicamente de nivel superior la del Real Instituto de Madrid. Las Escuelas de la Junta fueron trasferidas en ese mismo año y **Josep Roura** fue nombrado director de la Nueva Escuela Industrial de Barcelona, ubicada en el edificio de la Lonja y en el antiguo convento de San Sebastián.

Don **Josep Roura i Estrada** moría en Barcelona el 25 de mayo de 1860 a los 73 años de edad después de una vida profesional realmente larga, intensa y productiva, en la placa que da nombre al carrer de Barcelona que lleva su nombre se indica su profesión, *quimic*, desgraciadamente no hay muchas en España con esta indicación. (90)

TOMÁS BALVEY Y PARÉS 1790-1852

Hijo del boticario de Cardedeu, **Jaime Balvey**, cursó los primeros estudios en Mataró y Barcelona, donde asistió a las clases de la Lonja, practicando en la farmacia de **Juan Ametller y Mestre**. Durante la Guerra de la Independencia forma parte del ejército como alférez.

Al crearse el Colegio de San Victoriano ingresa como discípulo siendo dispensado de los dos primeros cursos por su formación previa, alcanzando la licenciatura en 1816. Se doctoró en 1824, accediendo a la plaza de **Raimundo Fors y Cornet** con carácter interino. En 1830 alcanzó en propiedad la cátedra de Materia Farmacéutica.

Al pasar la Facultad de Farmacia a la Universidad de Barcelona ocupa el puesto de Decano en 1845, y la cátedra de Química Inorgánica y Farmacia Química Operatoria en calidad de propietario. (182)

En casi todos sus escritos se ve una tendencia utilitaria y práctica, sus análisis de aguas y terrenos así lo prueban. Murió en 1852 siendo Decano de la Facultad de Farmacia. (118)

RAIMUNDO FORS Y CORNET 1791-1859

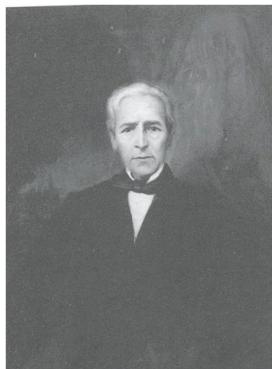
Nace en Barcelona en el año 1791. Concurre a las clases de **Francisco Carbonell** donde coincide con **Agustín Yáñez**, existiendo desde entonces una amistad fraternal. Al abrirse el Colegio de San Victoriano entra como discípulo siendo dispensado, por sus estudios previos, de los tres primeros años, aprobando el examen de licenciatura de Farmacia en 1816.

Leyó con gran pompa su tesis doctoral en la iglesia de las Escuelas Pías en junio de 1817, ganando ese mismo verano las oposiciones a Cátedra en el Real Colegio de San Victoriano encargándose de la Farmacia Experimental y de la Biblioteca.

En la Escuela Especial de la Ciencia de Curar, siguió explicando su asignatura, por estar dentro del nuevo plan. El cambio de régimen le deja cesante en 1823, volviendo a la actividad en 1830.

Pasó luego a la Universidad de Barcelona en 1845, ocupando en propiedad la cátedra de Química Orgánica y Farmacia química operatoria, jubilándose en 1856 y falleciendo en 1859 a los 68 años. (118), (217)

JOSÉ CAMPS Y CAMPS 1795-1877



José Camps y Camps (1795 -1877)

Fue catedrático en Barcelona, y luego de Física y Química en el Colegio Nacional de Farmacia de San Fernando de Madrid, en 1817, del que fue Decano y Rector interino.

Destituido por motivos políticos en 1824, fue repuesto en 1835, explicando farmacia experimental entre 1840 y 1843.

Heredó la biblioteca de **Francisco Carbonell**, riquísima en fondos de fines del XVIII y

principios del XIX y a su vez la cedió a la Facultad de Farmacia de Madrid. (252)

Fue Decano de su facultad y rector interino, participando en la redacción de la Farmacopea española.

Escribió el texto, “Aguas minerales de la Torre de San Miguel”, publicado en el “Semanario de medicina” en 1842. y escribió sobre “Aguas minerales de la Torre de San Miguel” en el “Semanario de Medicina” en 1842.

Diputado a cortes en 1836. **José Camps y Camps** tuvo botica abierta y falleció siendo decano de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Madrid. (217)

ANTONIO MORENO Y RUIZ 1796-1852

Nació en Madrid en 1796 y murió en la misma ciudad en 1852. Estudió farmacia, asistiendo a dos cursos en el laboratorio fisicoquímico del Palacio Real, a dos de botánica y a seis de mineralogía en el Museo de Ciencias Naturales. En 1824 fue nombrado catedrático provisional de Química y Farmacia experimental en el Real Colegio de San Fernando de Madrid.

Desde 1830 dejó la enseñanza y pasó a boticario de cámara del Rey siendo nombrado académico de Ciencias en 1847. Desde la docencia de la asignatura “Análisis químico de alimentos, bebidas y aguas minerales y sustancias venenosas” aunó los fines analíticos con los docentes. Realizó un importante número de análisis de aguas, alimentos y minerales, siendo el introductor de los ensayos por vía húmeda. Entre las aguas minerales analizadas están las de Guesalaga, junto a **Diego Genaro Lletget**. (112)

De él dijo el profesor **Antonio Casares**: “*este distinguido profesor, ha merecido los elogios del célebre Thenard, catedrático que fue de química en el colegio de Farmacia de Madrid y hoy día boticario 1º de Cámara de S. M. ha hecho con la escrupulosidad y exactitud que le caracterizan el análisis de varias fuentes minerales, que no ha dado a la luz, a pesar que su publicación haría honor a los químicos españoles y agradaría a sus amigos y discípulos, entre los que tengo la honra de contarme*”. (67)

También se dedicó a otros trabajos diversos puestos en el Consejo de Agricultura, Industria y Comercio, en la Junta de Moneda y en la Dirección General de Aduanas. (101)

VICENTE SANTIAGO MASARNAU FERNÁNDEZ 1803-1879

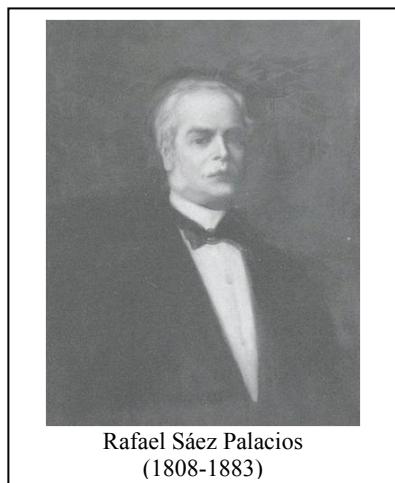
Nació en Portugalete en 1803 y falleció Madrid en 1879. Hizo sus primeros estudios en el Seminario Patriótico de Vergara y en los Estudios de San Isidro de Madrid, simultaneando los estudios de farmacia y ciencias en el Museo de Historia Natural.

Doctor en Farmacia en 1831 y en Ciencias en 1841, fue director de las minas de Río Tinto entre 1829 y 1830 época en que salieron a concurso dado que la penosa situación del país hacía muy improbable que la Corona pudiese explotarlas de manera eficiente. Las negociaciones duraron casi dos años firmándose el contrato con **Gaspar Remisa Miarons marqués de Remisa** (1784-1847) por 215000 reales al año. (38)

En 1836 sustituyó a **Andrés Alcón Caldúch** en la cátedra de Química general del Museo de Ciencias naturales ocupando posteriormente las cátedras de Química aplicada a las artes en los Reales Conservatorios de Madrid y Málaga.

Obtuvo ya en propiedad en 1845 la Cátedra de Química General de la universidad Central de Madrid, dedicándose plenamente a la docencia no publicando apenas, pero si colaborando en el análisis de aguas con **Manuel Rióz y Pedraja** (1815-1887) como en el caso de las del Molar en 1838. (151), (1)

RAFAEL SÁEZ PALACIOS 1808-1883



Rafael Sáez Palacios
(1808-1883)

Hijo de farmacéutico realizó sus primeros estudios en Sigüenza, licenciándose en Farmacia en Madrid en 1835 donde alcanzó el título de Doctor en Farmacia.

Fue profesor agregado de la Facultad de Ciencias de Madrid y en 1853 ocupó la Cátedra de Química inorgánica de la Universidad de Granada, ejerció en 1856 en la de Barcelona y en 1860 en la Facultad de Farmacia de Madrid, llegando a ser su Decano.

Tradujo, en colaboración con el farmacéutico **Carlos Ferrari Scardini** obras de **Berzelius, Liebig, R. Kaepelin y Eugène Soubeiran** (1797-1858) publicando en 1868 su “Tratado de química inorgánica teórico y práctico aplicada a la medicina y especialmente a farmacia”.

Gozó de fama como analista y fue autor de múltiples análisis de aguas, aunque no figure entre su obra una investigación sistemática. (151), (222), (154).

JUAN AGELL Y TORRENTS 1809-1868

Nacido en Sanahuja, Lérida, en 1809 falleció en 1868 en Barcelona. Estudió química en el Seminario Conciliar de Barcelona y en las escuelas creadas por la Real Junta Particular de Comercio de esta ciudad.

En 1835 tomó a su cargo la enseñanza de Mecánica en la Academia de Ciencias de Barcelona y en 1841 de Física experimental. En 1845 ocupó la primera Cátedra de Química general y su ampliación de la Universidad de Barcelona en la todavía Facultad de Filosofía una vez resuelto el pleito con la de Cervera. Fue Decano de la Facultad de Filosofía en 1857 y Rector en comisión y luego en propiedad de la Escuela Industrial y en 1864-65 de la Universidad de Barcelona.

Fomentó el estudio de la física experimental en la Universidad y en 1833 presentó en la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona, de la que fue miembro, una Memoria sobre el vapor de agua. (151), (182)

Se dedicó también al estudio de la electricidad y la telegrafía, aunque parezca extraño tan diferentes actividades, a este respecto el profesor **José Pascual Vila** (1895-1979) dijo: “*quien extrañe que un profesor de Química descollase en Física precisamente, tenga en cuenta que ambas ciencias en la primera mitad del siglo estaban unidas y poco diferenciadas*”. (153), (17)

JOSÉ MONSERRAT Y RIUTORT 1814-1881



Jose Montserrat i Riutort
(1814-1881)

Nació en Valencia en 1814 y falleció en la misma ciudad en 1881. Estudió medicina en la Universidad de Valencia licenciándose en 1835 y doctorándose en fisicoquímica en 1847.

Fue ayudante de cátedra de química y se formó con **Jean Baptiste Dumas**. En 1847 obtuvo la Cátedra de Química General en Valencia, sus publicaciones fueron escasas

Con otros 82 socios fundó el Instituto Medico Valenciano el 30 de marzo de 1841, procurando alentar los hábitos del trabajo experimental, impartió enseñanzas de análisis químico aplicado a las ciencias médicas,

realizando varios análisis de aguas y propuso la creación de un laboratorio municipal para la detección de adulteraciones alimentarias que se estableció en 1880. (151)

MARIANO SANTIESTEBAN Y DE LAFUENTE 1821-1886

Doctor en Farmacia y en Ciencias, catedrático de Física y Química en el Instituto de San Isidro de Madrid y de Ciencias en la Universidad Central de Madrid.

Publicó el “Catálogo de los instrumentos de Física y Químico que existen en los respectivos gabinetes del Instituto de San Isidro de Madrid” en 1872. (151)

RAMÓN TORRES MUÑOZ DE LUNA 1822-1890

Nos encontramos ante uno de los científicos españoles con una biografía más interesante, no hay duda que tuvo una acusada personalidad que atrae al curioso movido por conocer una trayectoria profesional poco común en su época, puesto que realizó desplazamientos al extranjero buscando mejorar su formación con importantes profesores, que fue moviéndose por el intrincado mundo del profesorado hasta alcanzar la posición deseada, que representó a España en el primer Congreso de químicos junto a lo más florido de esta ciencia, que sus abundantes escritos fueron muy controvertidos por los resultados en ellos expuestos y que entró en la literatura, como personaje en la obra de don **Pío Baroja** (1872-1956). (44)

Nació el 8 de noviembre de 1822 en Madrid y murió el 10 de noviembre de 1890 en Málaga a los 68 años de edad. Fue hijo de un importante actor conocido como **José García Luna** que consiguió transmitir a su hijo su inquietud por la cultura. (245)

Estudió latín y filosofía desde 1835 hasta 1840 en los Reales Estudios de San Isidro de Madrid, y obtuvo el grado de Bachiller en Artes. Después, de 1840 a 1844 estudió Farmacia en el Colegio de San Fernando y se graduó como bachiller en Farmacia; licenciándose en esta facultad de Farmacia con el título de doctor no académico. Ese mismo año fue ayudante en la Cátedra de Química Médica y luego agregado de la de ciencias médicas de Cádiz en la sección de Farmacia, siendo trasladado a la Facultad de Farmacia de Madrid al año siguiente cuando se suprimió la andaluza.

Consiguió el doctorado en Farmacia en 1846 y en 1847 superó el examen de profesor regente de Química en la facultad de Filosofía de la Universidad de Madrid siendo nombrado ayudante del Real Gabinete de Física.

En el año 1848 se presentó a la oposición para cubrir la primera cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Filosofía de la Universidad de Madrid y aunque superó los ejercicios el tribunal sugirió que fuera pensionado a París para ampliar su formación junto con **Mariano Echevarría** profesor agregado de Ciencias Físico Matemáticas. Permaneció hasta 1851 en la capital francesa siguiendo los cursos impartidos por **Antoine Jerome Balard** (1802-1876) **César Despretz** (1791-1863) **Dumas, Orfila, Anselme Payen** (1795-1871) **Eugène Péligot** (1811-1890) **Théophile Jules Pelouze** (1807-1867) **Claude Servais Pouillet** (1790-1868) **Louis René Le Canu** (1800-1871) y **Wurtz**, también se trasladó a la Universidad de Glessen para ampliar estudios con **Justus von Liebig**.

Después se licenció en Ciencias Físico Matemáticas en la Facultad de Filosofía en 1855 y al año siguiente obtuvo también otro doctorado. Por unanimidad del tribunal obtuvo en 1863 la Cátedra de Química general siendo nombrado en 1882 catedrático numerario de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid. (151)

Una faceta importante de su actividad la tenemos cuando, en 1860, acudió al Congreso de Kalsruhe en el que presentó una comunicación durante la segunda sesión del mismo, el cuatro de septiembre, presidida por **Jean Bapiste Boussingault** (1802-1881). Estuvo dedicada a la definición de los términos átomo, molécula, radical compuesto y átomo compuesto y aunque no sabemos el contenido de su intervención alternó en el estrado con figuras de la talla de **Kekulé, Natanson, Strecker, Jérôme Niklès** (1820-1869), **Antoine Béchamps** (1816-1908). No conocemos su comunicación pues las Actas no se publicaron y los archivos se han perdido, teniendo que reconstruirse a partir de los datos que conservaron algunos de los asistentes, como **Mendeléev**. (252)

Escribió varios libros originales y dos traducciones de los textos de **Louis René Le Canu, y Liebig**. Entre sus textos destacan “Estadística química de los seres vivos” (1846) “Curso de farmacia” (1848) “Guía del Químico Práctico o compendio de Análisis Químico” (Madrid, 1852) “La química en sus principales aplicaciones a la agricultura” (Madrid, 1856) “Lecciones elementales de Química General para uso de los alumnos de medicina, ciencias, farmacia, ingenieros industriales, agrónomos de minas, etc., etc.” (1861, 1864, 1872) “La naturaleza ante la ciencia y la fe” (1863) “Prontuario de Química General” (1865) “Lecciones de Química General” (1877) y “Tratado de Química General y Descriptiva” (1885). (245)

De sus “Lecciones elementales de Química General”, según **Juan Vernet**; “*hay que señalar no sólo los datos que recoge sobre la historia de casi todos los cuerpos que describe, sino también la sinonimia de los mismos o los datos que da de paso e iluminan su carácter y la situación científica en la España de 1860. Así la anécdota*

del espirómetro, de su invención, que hace pasar por inglés para que sea aceptado, y las consecuencias del invento de la máquina frigorífica de Carré en el comercio del hielo”. (252)

Hay que destacar que fue autor de un trabajo titulado “Estudios críticos sobre el aire atmosférico de Madrid”, publicado en Paris en 1864 para deducir las condiciones de salubridad. Éste fue estudio útil y bien orientado, pero sus resultados han sido reputados por **Enrique Moles** como sistemáticamente erróneos y menos exactos que los obtenidos medio siglo antes por **Martí i Franqués**. (153)

Según **Pascual Román Polo** fue un gran docente que tuvo más de 10000 discípulos, siendo su capacidad investigadora reconocida por numerosas academias de ciencias españolas y extranjeras. Sus líneas de investigación se dedicaron a aspectos prácticos de la agricultura, higiene e industria. (212)

También recoge **Ramón Cid Manzano** en su trabajo que se le deben dos populares especialidades farmacéuticas, el bicarbonato sódico Torres Muñoz, en comprimidos y en polvo. (73)

Se le debe el estudio del agua mineral de Sierra Nevada, publicándose los resultados en 1862. Así mismo destaca por ser el primero que analizó el agua mineromedicinal de Carabaña. (245)

El rey **Alfonso XII** (1857-1885) le honró con su amistad y le nombró profesor del Gabinete de Física y Química del Palacio Real.

Esta biografía amable obtenida de varios autores, tiene su antítesis en dos libros de don **Pío Baroja**, en sus memorias tituladas “Desde la última vuelta del Camino”, y en “El Árbol de la ciencia”. En la primera hace una terrible descripción de este profesor: “*Era hijo de cómicos y, naturalmente, le quedaba un poco de simulador y farsante. Contaba las excelencias del ácido hiponítrico como desinfectante que había descubierto él*”. (45), (44)

El profesor **Torres** aparece inicialmente en “El árbol de la ciencia”, la figura de este catedrático está ridiculizada y se podría tomar como un personaje novelado, pero **Baroja** la mantiene en su libro de memorias casi con las mismas palabras. “*Su melena blanca, su bigote engomado, su perilla puntiaguda, que le temblaba al hablar; su voz hueca y solemne, le daba un aspecto de padre severo de drama. Hacía trucos de charlatán en los experimentos. Cuando realizaba alguna prueba vulgar de Química se le aplaudía como si acabara de inventarla y él saludaba*”.

La clase de Química General se daba en la antigua capilla del Instituto de San Isidro, el techo estaba pintado con grandes figuras: en los ángulos de la escocia, los cuatro evangelistas y en el centro, figuras y escenas de la Biblia. Se había dispuesto una gradería de madera muy empinada y una escalera en el centro que le daba el aspecto del gallinero de un teatro

Durante el curso 1887-1888, **Pío Baroja** cursa el preparatorio de medicina y asiste a las clases de Química no con mucha atención. La falta de conocimientos de don **Pío** se salda con un suspenso en Química en la convocatoria de junio, veranea en San Sebastián y vuelve pronto a Madrid decidido a estudiar con energía, cosa que no consigue distraído en otras aventuras de la vida de estudiante y a pesar de haber hecho un examen detestable, logra aprobar la asignatura gracias a la recomendación de un amigo de la familia, el químico don **Fausto Garagarza** (1833-1905), que aparece como Iturrioz en “El árbol de la ciencia”.

Dice **Pío Baroja** al narrar su vida de estudiante en Madrid, que don **Ramón Torres Muñoz de Luna** les decía en su clase de Química con solemnidad: “*viven ustedes en un ambiente demasiado oxigenado.*” Don **Pío** confiesa en esta obra que “*no veía el oxígeno por ninguna parte*”, pero en su novela si explicaba que el profesor se refería a quemarse pronto en el ambiente donjuanesco de Madrid.

Pío Baroja hizo el plagio de su propia obra al redactar su autobiografía, reproduciendo el texto de la primera parte del libro “El árbol de la Ciencia”, titulada “La vida de un estudiante en Madrid” en el segundo volumen de las Memorias, titulado “Familia, infancia y juventud”, que resulta ser una copia literal del primero. (224)

Es difícil saber a qué carta quedarse para conocer la vida del profesor, pero el médico **Baroja** asistió a las clases de don **Ramón Torres Muñoz de Luna**, dos años antes del fallecimiento del catedrático y cuando éste tenía una edad no muy avanzada, 66 años, lo que hace suponer que la cruel descripción de su persona y de sus clases que hace el escritor, veintitrés años después, no es más que una amarga venganza por el suspenso que recibió en química en su curso preparatorio.

JOSÉ RAMÓN FERNÁNDEZ DE LUANCO Y RIEGO 1825-1905

Nació y murió en Castropol en 1825 y 1905, respectivamente. En 1838 ingresó en la Universidad de Oviedo para en 1841 alcanzar el bachillerato en Filosofía, y en 1849 obtener el título de Doctor en Ciencias físico matemáticas siendo nombrado en 1850 Ayudante preparador de las Cátedras de física experimental y química general de la Universidad de Oviedo.

Ocupó por oposición hasta 1853, la Cátedra de Química General de la Universidad de Oviedo, vacante en 1851, por traslado del profesor **Bonet y Bonfill** a Madrid. Posteriormente, en 1856, fue nombrado catedrático de Química de la Escuela industrial de Sevilla, plaza de la que no llegó a tomar posesión.

En un constante cambio de lugar de trabajo en 1856 marchó, durante dos años, a Santiago de Compostela como catedrático de Álgebra superior y luego a Madrid como catedrático provisional de Química Inorgánica, durante tres años. Posteriormente otra vez a Santiago, donde trabajó con el entonces Decano de la reciente Facultad de Ciencias, don **Antonio Casares Rodríguez**, hasta la supresión de los estudios de Ciencias en dicha universidad.

En 1867 ocupa una plaza de catedrático de Química y Física de la Facultad de Medicina de Zaragoza, donde imparte Química general y Ampliación de Física y por fin ocupó por oposición la Cátedra de Química General de la Universidad de Barcelona en 1868, sustituyendo a don **Juan Agell y Torrents**, siendo Decano en 1888 y rector en 1899. (156), (182)-

Sus intentos por plantear una enseñanza de la química basada en la experimentación se veían limitados por las malas condiciones de las instalaciones en las que debía impartirlas y por la desidia y poco interés del claustro por la química. El nuevo edificio de la facultad construido en 1874 cambió algunas condiciones de la enseñanza e incluso el profesor **Luanco** fue miembro de la comisión que seguía la realización de las obras. En 1869 pasó a ser miembro de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, entidad fundada en 1764, de la que fue vicepresidente entre 1822 y 1824.

Realizó investigaciones sobre la sidra y la calidad de las aguas potables de Oviedo. Trabajó en el análisis de aguas de determinados balnearios, para juzgar su idoneidad para su uso mineromedicinal, tal es el caso del Manantial Sagalés de Tona, por el cobró 750 pesetas de 1880, pero hubieron de pasar dos años para lograrlo- (65)

Marcelino Menéndez y Pelayo (1856-1912) dijo “*Entre las principales fortunas de mi vidauento el haber pasado algunos años de mi primera juventud al lado de don José Ramón de Luanco, él me comunicó su adicción a los libros raros y me hizo penetrar en el campo, poco explorado de nuestra bibliografía científica*”.

Algunas de sus publicaciones más representativas para nosotros son: “Análisis cualitativa del agua de los manantiales y fuentes de Oviedo y sus inmediaciones”, editada en 1857, junto con **León Salmeán** (1810-1893), por el Ayuntamiento de Oviedo.

Hizo la traducción de la obra “Introducción a la Química Moderna” de **G. Brélaz** en 1871 en Barcelona y publicó el “Compendio de las lecciones de Química General explicadas en la Universidad de Barcelona” en 1878. (156)

También estudió algunos autores españoles relacionados con la Alquimia, completamente desconocidos, de los que da peregrinas noticias insertando sus obras íntegras o en extracto, en el libro “La Alquimia en España: Escritos inéditos, noticias y apuntamientos que pueden servir para la historia de los adeptos españoles”.

Cuando en 1872 **Bonifacio Velasco y Pano** (1838-1878) catedrático de Farmacia Químico Orgánica de la Universidad de Granada, afirmaba que las teorías modernas basadas en las ideas de **Gerhardt** habían sido aceptadas por **Hoffmann** en Alemania, **Wurtz** y **Alfred Naquet** (1834-1916) en Francia, **William Odling** (1829-1921) y **Alexander Williamson** (1824-1904) en Inglaterra, **Cannizzaro** en Italia, **C. Bischoff** y **G. Brélaz** en Suiza y **Luanco** en España estaba incluyendo al científico asturiano entre la élite de los químicos europeos que defendían las ideas atomistas contra la corriente equivalentista. (187)

FEDERICO TREMOLS Y BORRELL 1831-1900



Federico Tremols y Borrel
(1831-1900)

Nació en Cadaqués en 1831 y falleció en Barcelona en 1900. Perteneciente a una familia de farmacéuticos estudió esta carrera en Barcelona doctorándose en Farmacia en Madrid en 1856, con una tesis titulada “Estudio de los cuerpos orgánicos”.

Ganó por oposición la cátedra de Química inorgánica de la Facultad de Granada y luego por traslado la de Barcelona. Realizó varios análisis de aguas junto a **José Ramón de Luanco**.

Fue un buen botánico, viajando a Estados Unidos, comisionado por la Diputación de Barcelona, para informar de las cepas americanas inmunes a la filoxera, que asolaba Cataluña desde 1786. (151)

SANTIAGO BONILLA MIRAT 1844-1899

Nació en Salamanca en 1844, estudiando las carreras de Ciencias, Derecho, Medicina y Cirugía, y tres cursos de Farmacia.

Fue profesor ayudante de química en la Universidad de Madrid hasta que obtiene la Cátedra de Química de Valladolid pasando posteriormente a la Central como catedrático numerario de esta asignatura.

Practicó el análisis químico publicando entre otras obra “Análisis químico de una de las piedras meteóricas que cayeron sobre Madrid en 1896” y “Tratado Elemental de Química General y descriptiva con nociones de termoquímica”, publicado en Madrid en 1884 que sirvió de libro de texto a muchas universidades, uno de los ejemplares, perteneciente a mi abuelo el doctor **Baldomero Armijo García** (1881-1959), ha llegado a mis manos con muchas notas manuscritas y me ha servido para conocer la situación de la enseñanza de la química en esas fechas. (53)

También realizó análisis de aguas minerales que recogió en las memorias de Puente Viesgo, en colaboración con el doctor **Francisco López Gómez**, de Puente Nansa, del Salugral, en Cáceres; del manantial de San Miguel en Betelu; de la Fuente Sayud en Castromonte; de Solares en Santander; de Gamiz Ibarra en Vizcaya, en colaboración con el doctor **Boira** y de Peñamala en Mazarrón, Murcia. (164)

BONIFACIO VELASCO Y PANÓ 1838-1878

Doctor en farmacia. En su tesis doctoral de 1862 titulada, “Análisis química fundada en las observaciones de los espectros luminosos”, todavía utilizando el término en femenino, puso de manifiesto el interés en España de los descubrimientos de **Bunsen** y **Kirchoff** sobre la espectroscopia, que se habían publicado sólo dos años antes.

En 1863 obtuvo la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Farmacia de Granada que desempeñó con gran brillantez hasta su fallecimiento en 1878. En 1872 compuso su “Tratado de Química Orgánica”. (151)

ANTONIO TOMAS LAUREANO CALDERÓN Y ARANA 1847-1894

Nació en Madrid en 1847 y falleció en la misma ciudad en 1894. Cursó la carrera de Farmacia en la Universidad de Madrid, que concluyó en 1866, siendo profesor auxiliar y ayudante de clases prácticas. Posteriormente en 1874 fue nombrado catedrático, de Química Orgánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Santiago

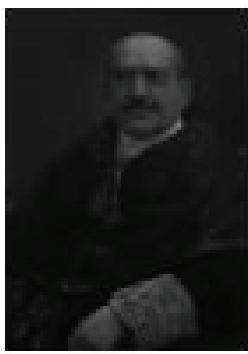
En 1876 abandonó su cátedra por motivos políticos y se trasladó a París donde estudió con **Marcelin Berthelot** y **Claude Bernard** (1813-1878) y, posteriormente a Estrasburgo, para formarse en Química Fisiológica con **Félix Hoppe Seyler** (1825-1895) y Cristalografía con **Paul von Grott**.

Volvió a España en 1881 cuando se normalizó la situación escolar y montó una fábrica de abonos, hasta que en 1888 obtuvo la cátedra de Química Biológica y de Historia de la Farmacia, dedicándose a ella hasta su muerte. En sus trabajos de carácter químico se aprecia el interés de **Calderón** por la incipiente química física.

De la categoría que alcanzó dice mucho a su favor el hecho de que formase parte de la Comisión internacional para la reforma de la nomenclatura y presidiese el Congreso que se celebró en París el año 1892. (151)

EUGENIO MASCAREÑAS Y HERNÁNDEZ 1853-1934

Nació en Almagro en 1853 y falleció en Barcelona en 1934. Curso sus estudios de la licenciatura de Ciencias en Madrid doctorándose en 1878, ganando por oposición la Cátedra de Química inorgánica de la Facultad de Ciencias de Barcelona al año siguiente.



Eugenio Mascareñas
(1853-1934)

Como su predecesor **Ramón Fernández de Luánco**, desarrolló su mejor labor en la Universidad de Barcelona, considerándosele como su continuador y de quien escribió la oración fúnebre.

Entre sus trabajos encontramos el titulado “Determinación cuantitativa del cadmio”, publicado en 1880 en “La Crónica Científica”, revista internacional de ciencias de Barcelona.

Posteriormente, publicó en 1884 y también en Barcelona, una “Introducción al estudio de la química” y en los conocidos Manuales Soler escribió un estudio del “Aire atmosférico” quizás en 1905.

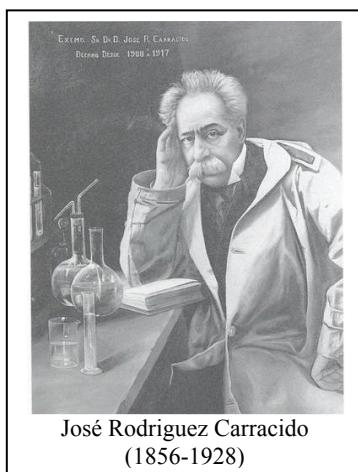
Fue nombrado en 1906 Académico correspondiente de la Sección de Físico químicas y de 1908 a 1910 Presidente de la Real Academia de las Artes y las Ciencias de Barcelona. (151)

JOSÉ RODRÍGUEZ CARRACIDO 1856-1928

Nació en Santiago de Compostela en 1856 y falleció en Madrid en 1928. Cursó sus estudios de farmacia en la universidad de su ciudad natal, donde se licenció en 1874 tras una brillante carrera. Alcanzó el doctorado en Madrid al año siguiente, y comenzó estudios de ciencias físico-químicas, que nunca llegó a concluir.

Logró plaza de farmacéutico en el ejército, que desempeñó hasta 1880, fecha en que obtuvo la licencia con el fin de preparar las oposiciones a la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Farmacia de Madrid, que ganó en 1881.

Al quedar vacante la cátedra de Química Biológica que había ocupado **Laureano Calderón**, solicitó el traslado y al no serle concedido optó por opositar de nuevo, ocupando dicha plaza desde 1898. Con posterioridad fue decano de la Facultad de Farmacia y rector de la Universidad Central. Gozó de una popularidad inusitada para un científico y fue nombrado académico de Ciencias en 1887, de Medicina en 1906, y de la Lengua en 1908, siendo miembro destacado de la Sociedad Española de Física y Química.



En su concepción de la ciencia influyó su vasta cultura. Se pueden señalar determinados autores con incidencia directa sobre **Carracido**, como el ya citado **Berthelot**, quien indujo en nuestro autor el interés por la aplicación en química de las teorías termodinámicas. Más decisiva todavía fue la influencia de **Svante Arrhenius**, de la mano del cual utilizó prioritariamente en bioquímica la teoría de la disociación electrolítica. En el terreno concreto de la química biológica causaron honda huella en **Carracido** el fisiólogo **Max Verworn** (1863-1921) y el médico austriaco **Carl von Noorden** (1858-1944).

En cuanto a sus propias publicaciones, una de las más destacadas fue “Tratado de Química Orgánica”, editado pocos años después de ocupar la cátedra, en el cual se aprecia ya su futura dedicación a la bioquímica. Más tarde publicó “Tratado de Química Biológica”, el primero sobre la materia que se escribió en castellano, que alcanzó varias ediciones y fue utilizado como texto en diversas universidades de habla hispana, durante varias décadas.

Otra línea que ocupó la atención de **Carracido** en escritos y conferencias es la que se refiere a los grandes principios en los que se asienta la química, con publicaciones como; “La nueva Química” (1887) y “La evolución de la Química” (1894) en los que se concede una importancia creciente a la química-física.

Las investigaciones de **Carracido** le llevaron a otros campos entre los que se encuentran los ácidos biliares, la fermentación glicérica, la alimentación y la coagulación de la sangre. Algunos de sus trabajos aparecieron traducidos en Alemania, Francia, Portugal, Estados Unidos y otros países.

Con la biografía de este químico gallego damos fin al repaso a la Química y a los químicos del siglo XVIII que en una agitada parcela de nuestra Historia superaron pasar de la teoría del flogisto a la químico física superando un sinfín de trabas políticas y sociales.

IX

La Química Analítica en el Mundo

Según el “Diccionario de términos Científicos y Técnicos”: *La Química analítica es la rama de la Química que trata de las técnicas que proporcionan cualquier tipo de información referente a los sistemas químicos.* (97) La química analítica se dedica a la separación, identificación y determinación de las cantidades de los componentes, analitos, de una muestra de producto.

Esta rama de la Química es bastante moderna, aunque como decía el profesor **Fermín Vázquez López** (1922-2008): “*El sentido analítico acompaña constantemente a la humanidad en su proceso de perfección. Probar, deducir resultados, separar y aislar es un evidente rasgo de inteligencia que se ha manifestado en innumerables ocasiones desde la más remota antigüedad*”. (250)

Además de este innato afán de probar los materiales a su alcance en busca de productos útiles, hay que reconocer que el análisis químico, con intereses similares a los de hoy en día, se practicaba desde el siglo XVI, pero sin ser considerado todavía esa rama específica de la ciencia, que hoy llamamos Química Analítica.

La razón de este retraso en independizarse de su madre natural, la Química, era debido a que los procedimientos analíticos sólo se publicaban cuando formaban parte de un trabajo de investigación y normalmente era el propio investigador quien creaba el método de análisis sin que existiera un verdadero tratado de análisis químico.

La primera persona que trató de superar este problema fue **Torbern Bergman**, sus escritos pueden considerarse como el primer texto de Análisis, en el que se da un índice de procesos de análisis químico agrupado según la naturaleza de la sustancia analizada y que previamente habían sido comprobados por el autor.

El periodo escogido para este trabajo coincide con un espectacular avance de la química, especialmente de la analítica con nombres como; **Bergman, Alexander F. Cronstedt** (1702-1765), **Johaann Gahn** (1745-1818), **Klaproth, Berzelius, Wollaston, Gay Lussac, Thenard, y Vauquelin**.

En los últimos veinticinco años del siglo XIX, el análisis químico cuantitativo, se reducía principalmente a los métodos gravimétricos y volumétricos y en menor proporción a la colorimetría y a la gasometría.

Los métodos gravimétricos se basan en transformar una sustancia disuelta en una nueva sustancia insoluble, que se aísla en estado puro y se pesa; el cálculo de la cantidad de sustancia que se determina es inmediato. (41)

Puede decirse que desde 1827 con la publicación en París del texto de **Jöns Jakob Berzelius**, (1779-1848), “De L’analyse des Corps Inorganiques”, quedó establecido lo que hoy denominamos análisis gravimétrico, no modificado esencialmente, salvo por la introducción de los reactivos orgánicos.

La herramienta base de las gravimetrías es la balanza, aparato conocido desde la antigüedad y que sigue manteniendo su estructura base como máquina de primer orden. Las balanzas analíticas utilizadas durante el primer cuarto del siglo XIX fueron construidas por artesanos especializados en instrumentos científicos, las primeras balanzas diseñadas para su producción en serie fueron realizadas por un fabricante de equipos llamado **E. Robinson** en Londres en 1825. En los Estados Unidos el primer fabricante fue un alemán afincado en Nueva York, llamado **Christopher Becker**, que comenzó a venderlas en 1855. (41)

Las mejoras en las balanzas realizadas en la segunda mitad del siglo XIX se centraron en aumentar su sensibilidad y reducir el tiempo de pesada. La primera balanza de pesada rápida la construyó el hamburgués **Paul Bunge**, (1838-1888) en 1866. Durante el último cuarto del siglo la Compañía Sartorius de Göttingen, comenzó a fabricar balanzas con brazos de aluminio cortos y triangulares, y sistemas sincronizados de frenado. (41)

Otra de las mejoras que aparecieron en estos años fueron los reactivos, los primeros de pureza garantizada, fueron comercializados por la compañía Kahlbaum en Alemania, y el papel de filtro lavado con ácido para eliminar materias minerales fueron presentados en 1883 por la firma Schleicher y Schüll de Düren, Alemania.

La aplicación del sulfhídrico, tan importante en las marchas analíticas posteriores, se utilizaba de forma muy limitada, **Robert Boyle**, (1627-1691), lo empleaba para la determinación cualitativa del estaño y del plomo en las aguas, pero este reactivo cayó en desuso y tuvo que ser redescubierto años después. (58), (236)

Otros aspectos importantes para la realización de las gravimetrías fueron la invención, por **Robert Wilhelm Bunsen** en 1855, de un mechero de gas adecuado al uso en el laboratorio, que se acompañó del desarrollo de estufas de gas, hornos y

muflas en la segunda mitad del siglo XIX y del crisol filtrante en 1878 por **Frank Austin Gooch** (1852-1929) en la Universidad de Yale, que resultó una mejora importante en el manejo de los precipitados difíciles de separar.

En 1829 **Heinrich Rose**, publicó la primera edición del “Handbuch der analytischen Chemie”, con métodos más o menos satisfactorios para la separación y análisis Gravimétrico de los elementos entonces conocidos. Se considera que **Karl Remigius Fresenius** (1818-1897) fue el impulsor del análisis químico en general y del Gravimétrico en particular durante la segunda mitad del siglo XIX, dada su reconocida importancia dedicaremos posteriormente algunas líneas a recordar su biografía. (41)

El análisis volumétrico se basa en agregar, a un volumen definido de la disolución que contiene la sustancia o ion, el volumen preciso de disolución valorada del reactivo adecuado, de manera que se agregue exactamente el mismo número de equivalentes de reactivo que de sustancia existente en el líquido investigado. Era una técnica ya muy popular en el siglo XVIII que alcanzó su madurez en el siglo XIX. (41)

E. Ranke Madsen estudió la literatura química del siglo XVIII y en su libro “The Development of Titrimetric Analysis till 1806”, publicado en Copenhague en 1958, decía: “*Hasta ahora no se ha encontrado indicio de que el análisis volumétrico haya sido usado antes de 1750-1760*”. (199a)

A pesar de tan tajante afirmación otros autores indican que los antecedentes de esta técnica se remontan a 1663 cuando **Robert Boyle** publicó un trabajo sobre un indicador ácido base, al describir como la fluorescencia azul del extracto de *Lignum Nepriticum* desaparecía por adición de un ácido pero se recuperaba al añadirle una solución de potasa. (41)

En la década de 1780, la acidi-alcalimetría comienza a ser frecuentemente aplicada como método analítico, pero los usuarios no la reconocen como método independiente. Desde la época de **Lavoisier** se utilizó para un cierto número de investigaciones puramente científicas como las realizadas por **Richard Kirwan**, **James Watt** y **Henry Cavendish** en Inglaterra y **Jean-Philippe Gengembre** (1723-1809), en Francia, conforme se fue extendiendo el uso de indicadores coloreados aumentó su empleo en la industria

John A. Hudson en el capítulo 7 del libro “Chemical History”, dice que en 1767, **William Lewis** publicó un procedimiento volumétrico para determinar la pureza del carbonato potásico y así controlar las partidas que llegaban de América,

este método medía al ácido clorhídrico añadido por peso e incluía el uso de un indicador para conocer el punto final. (218).

El académico húngaro, **Ferenc Szabadváry** (1923-2006), en su magnífica obra “History of Analytical Chemistry”, cuenta como son hasta cuatro los químicos ingleses del mismo nombre, **William Lewis**, los que pudieran ser autores del método, él se inclinaba por dos de ellos. En el ejemplar de segunda mano que adquirí, un anónimo usuario de la Universidad de Connecticut, había añadido en el margen la fechas de la vida de este **Lewis**, 1708 a 1781, le haré caso. (236)

La palabra título, “titré”, en francés indica la pureza de los metales nobles, **Joseph Louis Gay Lussac** en 1832 puso en marcha un método volumétrico para la determinación de plata con una solución de cloruro sódico, en el que la cantidad de reactivo consumido daba una medida directa de la pureza de la plata. La rápida aplicación de este método en todo el mundo hizo que el término titración se adoptara como equivalente a valoración volumétrica.

A partir de la mitad del siglo XVIII, el análisis volumétrico tuvo un rápido desarrollo, paralelo al de la industria en donde se empezó a utilizar como un sistema, sencillo y rápido, de control de la fabricación y de la calidad de los productos finales, aunque el análisis solo se utilizaba para la determinación de ácidos, carbonatos alcalinos e hipocloritos.

El primer tratado sobre la volumetría fue escrito por **Karl Heinrich Schwarz** (1824-1890) y publicado en Braunschweig en 1850 con el título “Praktische Anleitung zu Maasanalysen”. Era un texto bastante pequeño, destinado a los análisis industriales en el que solo mencionaba la bureta diseñada por **Gay Lussac**.

Una aplicación relacionada con las aguas minerales fue la de **Alphonse Du Pasquier**, (1793-1848), que utilizó, por primera vez en 1840, una solución patrón de yodo para valorar el sulfhídrico contenido en las aguas, utilizando el almidón como indicador. Utilizó un dispositivo que llamó *sulfhidrómetro*, que consistía en un tubo graduado de vidrio con una salida capilar en el fondo y la parte superior cerrada con un tapón que al quitarlo permitía a la solución fluir del capilar gota a gota. (236)

Berzelius comentó que el método era ingenioso pero incorrecto, pues **Du Pasquier** utilizaba una solución de yodo en alcohol que consume parte del mismo para formar H_2I_4 , no haciéndolo con el sulfhídrico, el resultado sería correcto disolviendo el yodo en ioduro potásico, como hoy se continúa haciendo.

Los nombres de **Justus von Liebig** y **Jöns Jakob Berzelius** están relacionados con el desarrollo del análisis químico orgánico y los métodos de **Jean Baptiste**

Dumas propuestos en 1831 para el análisis de nitrógeno, así como el del danés **Johan Gustaf Kjeldahl** (1849-1900) en 1883, se continúan utilizando en la actualidad, identificados con el nombre de sus descubridores.

Existe una diferencia fundamental entre el análisis cualitativo de productos inorgánicos y la identificación de las sustancias orgánicas. Los primeros son en su mayoría, iónicos, y puesto que el número de especies iónicas diferentes que suelen presentarse es relativamente limitado, puede establecerse un método con cuya aplicación se consigan análisis completos. Por el contrario, las combinaciones orgánicas son esencialmente covalentes, y cada una del enorme número de ellas que se conoce es una especie diferente y no puede establecerse un procedimiento rígido de análisis aplicable a todos los casos. (177)

Esta situación ha sido una ventaja en el caso de los análisis de las aguas desde que **Svante Arrhenius** indicó la existencia de los iones, en nuestros días la presencia de infinidad de productos orgánicos, debidos a la contaminación, ha dado más protagonismo a estos por el gran número de posibles especies presentes, aunque la cromatografía ha supuesto una ayuda muy estimable.

El desarrollo del análisis gasométrico se produjo a finales del siglo XVIII gracias al trabajo de grandes científicos como **Joseph Priestley**, **Henry Cavendish**, **Antoine Lavoisier** y **Karl Wilhelm Scheele**, y en la centuria siguiente desde 1838, principalmente, por el de **Robert Wilhelm Bunsen**.

El análisis electroquímico comenzó a principios del siglo XIX cuando **Willians. Cruickshanks** (1745-1800) consiguió depositar algunos metales en el cátodo y halógenos en el ánodo. La electrogravimetría fue utilizada para determinaciones cuantitativas por el norteamericano **Oliver Wolcott Gibbs** (1822-1908) en 1864. (141)

A mediados del siglo XIX comenzaron a utilizarse los métodos ópticos como sistemas para el análisis cualitativo y cuantitativo. Las reacciones a la llama para la detección de diferentes iones estaban generalizadas en el siglo XVIII, pero no fue hasta la centuria siguiente cuando los espectros de emisión y absorción se investigaron por parte de **William Henry Fox Talbot** (1800-877). Anteriormente, todavía en la época del flogisto, **Sigismund Margraff** (1709-1782), **Scheele** y **Thomas Melville** (1726-1753) habían observado que los productos con sodio comunicaban a la llama una coloración amarillo intensa y las de potasio un color lavanda. (51)

Los métodos ópticos más importantes desde el punto de vista analítico son la colorimetría, la espectroscopía, la espectrografía, la fotometría de llama y la espec-

trofotometría, esta división es simplemente formal, pues en muchos casos es difícil discernir entre colorimetría y fotometría. **Ferenc Szabadváry** indica que estos dos equipos difieren en la manera de medir, en la colorimetría la parte óptica del equipo se ajusta hasta que se obtiene la misma coloración entre patrón y muestra, en la fotometría se mide la intensidad de una luz monocromática que atraviesa la solución. (236)

Estos métodos de análisis químico han progresado en dos direcciones distintas, aunque ambas coinciden en su objetivo principal que es proporcionar al usuario una potente herramienta analítica. Una de las direcciones es la preparación de métodos específicos de trabajo y otra es el desarrollo de equipos para realizar la aplicación de los primeros.

Joseph Fraunhofer observó que en el espectro de una llama ordinaria no aparece ninguna raya oscura y comprobó la existencia de rayas claras en el espectro obtenido mediante chispas eléctricas. Una explicación de conjunto satisfactoria fue formulada por los físicos alemanes **Gustav Robert Kirchoff** y **Robert Wilhelm Bunsen**, quienes mostraron que cada raya del espectro se debe a la presencia de un elemento determinado y recíprocamente. (238)



Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899)

Así pues, el empleo de la espectroscopía con fines analíticos cualitativos y cuantitativos debe adjudicarse a **Gustav Robert Kirchoff** y **Robert Wilhelm Bunsen**, que en 1859 demostraron que las líneas espectrales se pueden utilizar con estos fines, aunque la colorimetría se había practicado desde siglos antes comparando los colores visualmente. (218)

Su aplicación al análisis se generalizó con el enunciado de las leyes que relacionan la extinción de la luz por una disolución como función del camino óptico en 1760 por **Johann Heinrich Lambert** (1728-1777) y de la concentración por **August Beer** (1825-1863) en 1845.

Según escribió el citado **Ferenc Szabadváry** en un pie de página de su libro “History of Analytical Chemistry”, de 1960, la primera determinación colorimétrica la realizó, en 1838, **Wilhelm August Lampadius** (1772-1842), que estimó el contenido de hierro y níquel de un mineral comparando el color de unos patrones de los mismos metales contenidos en tubos cilíndricos. (236)

Pero como ocurre casi siempre, otros autores encuentran antecedentes, y así tenemos que **John A. Hudson** en el libro “Chemical History” indica que, en 1684, **Robert Boyle** estimaba el contenido de hierro de las aguas de Tunbridge por comparación visual del color, utilizando el extracto de nuez gálica como reactivo. (218)

También se sabe que realmente el primer equipo utilizado en la medida del color se remonta a 1827 y fue presentado por el medico y botánico francés **Jacques Julien Houtton de La Billardière** (1755-1834), este científico interesado por la Historia natural, publicó un estudio relativo a la medida del color de la *Indigofera tinctoria* titulado “Colorimetría: descripción de un colorímetro y de los medios para conocer la calidad relativa de los añiles”

Por otra parte el mismo **Ferenc Szabadváry** cuenta que: “*La primera descripción de un método basado en la comparación del color la encontré en un artículo fechado en 1845. Su autor Carl Heine determinó el contenido de bromo de aguas minerales. El método se basaba en la conocida reacción del bromo que toma un color marrón cuando se disuelve en éter sulfúrico*”.

Vemos una vez más, como las aguas minerales fueron las impulsoras de nuevas técnicas analíticas, y así **Carl Heine** (1808-?) un analista oficial en Eisleben y, posteriormente, director de una mina y fundición de hierro en Czech; introdujo la colorimetría como técnica de trabajo buscando un método para analizar un componente de estos productos.

Las técnicas colorimétricas aumentaron continuamente, aun con la carencia de equipos que facilitaran la medida y el italo-francés **Agustín Jacquelain** (1804-1885), en 1846, propuso un método para estimar la concentración de cobre basado en el color de los complejos amonio cobre y el inglés **Thornton John Herapath** (1830-1858) la utilizó en 1852 para determinar hierro mediante la reacción con sulfocianuros. Este joven químico seguramente hubiera puesto a punto más técnicas si una tormenta no hubiera echado a pique su barco resultando él desaparecido.

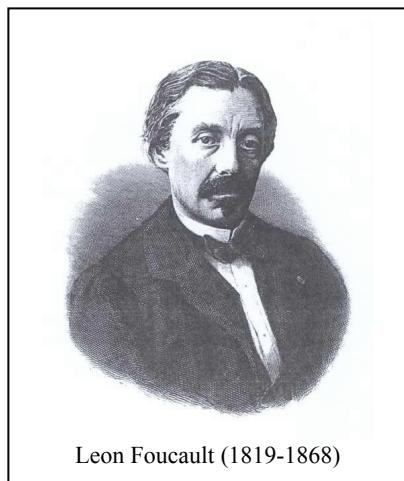
El Químico alemán **Julius Nessler** (1827-1905) se dedicó principalmente a las aplicaciones de la química a la agricultura, publicando varios trabajos sobre enología y poniendo a punto, en 1856, el reactivo que lleva su nombre a base de yoduro de mercurio y yoduro potásico, para determinar el contenido en amoníaco de las aguas, en 1864 valoró los nitratos con el ácido fenoldisulfónico y en 1883 empleó el azul de metileno para medir el ácido sulfídrico.

La mayoría de los análisis colorimétricos de estos años fueron realizados mediante la técnica de las series de patrones utilizando tubos de Nessler. Los comparadores de color fueron diseñados por **Alexander Müller** en 1853 y **Jules Duboscq**

en 1854. **Alexander Müller** (1828-1906) fue profesor de Química Agrícola en Chemnitz y, posteriormente, en la Universidad de Estocolmo, construyó un aparato, que llamó *colorímetro complementario*, que permitía una medida más exacta que la realizada solo con la vista.

Unos años después el óptico francés, **Jules Duboscq** (1817-1886), en 1870, construyó un aparato destinado a medir la densidad del color de soluciones, por comparación directa con patrones, estos equipos permanecieron en uso durante décadas y todavía se pueden encontrar muchos en los almacenes de los laboratorios. (236)

Jules Duboscq fue el sucesor del fabricante de aparatos ópticos **Jean-Baptiste-François Soleil** (1798-1878) y llegó a ser uno de los más famosos constructores de equipos para la investigación, y como demostración están los espectroscopios, polarímetros etc., que se utilizaron en Europa y en los Estados Unidos de Norteamérica. En 1849, la firma pasó a denominarse Maison Duboscq, siendo la constructora del regulador electromagnético y del heliostato de **Leon Foucault** (1819-1868). (240)



Históricamente tenemos que remontarnos hasta **Isaac Newton** para encontrarnos con los antecedentes de la Espectroscopia, pues en 1672, publicó su “Nueva teoría de la luz y los colores”, donde describía como la luz blanca del sol estaba compuesta por rayos de luz de diferente índice de refracción y que este se relacionaba con el color de cada uno de ellos. .

En realidad, sólo se comprendió la importancia y posibilidades de esta disciplina después de los trabajos de **Josef Fraunhofer** en 1814 y, principalmente, de **Robert Wilhelm Bunsen** y **Gustav Kirchoff** en 1860. Estos construyeron el primer espectroscopio realmente útil y, con su aplicación al análisis de materiales diversos, demostraron el poder de esta técnica. (51)

El método de análisispectral fue aplicado al descubrimiento de nuevos elementos, y así, el cesio, rubidio, talio e indio aparecieron sucesiva e inmediatamente. El cesio fue reconocido en 1860 por **Bunsen** y **Kirchoff** cuando estudiaban la composición química de diversas aguas minerales. Disponían de agua de la fuente de Dürkheim y, después de separar el calcio, estroncio, magnesio y litio, observaron dos líneas de color azul celeste situadas muy cercanas y casi coincidentes con la del

estroncio, llegando a la conclusión de que se trataba de un elemento desconocido perteneciente a los metales alcalinos. Propusieron para este metaloide el nombre de cesio, basado en la palabra latina *caesius*, utilizada para denominar el azul celeste del firmamento.

En esas mismas aguas minerales, los mismos autores descubrieron en 1861 el rubidio, llamado así por el magnífico color rojo oscuro de la línea espectral del nuevo elemento alcalino. (242)

En 1873, el físico alemán **Carl Vierordt** (1818-1884) describió un equipo para obtener el espectro de absorción de soluciones y sugirió la posibilidad de utilizarlo para el análisis cuantitativo, se le considera el fundador de la espectroscopia de absorción. Hasta 1919 no se utilizó la espectrofotometría de absorción en el Ultra-violeta por el físico y químico francés **Victor Henri** (1872-1949), pero esta técnica está fuera de las fechas de nuestro trabajo.

En 1822, **John Frederick William Herschel** (1792-1891), hijo del famoso astrónomo, publicó los resultados de sus experiencias sobre los espectros de varias llamas, concluyendo que era muy probable que los colores que observaba se originaran por la presencia de moléculas de sustancias en forma de vapor. (236)

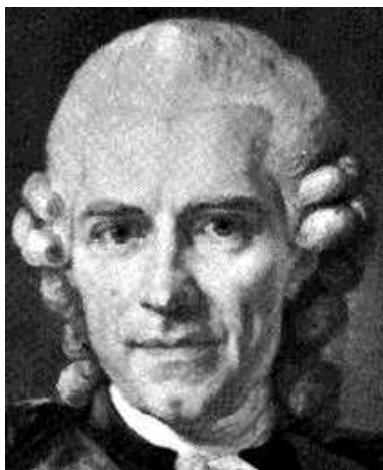
Poco después, en 1826, **William Henry Talbot**, muy conocido por su aportación a la fotografía, construyó un dispositivo para observar el espectro de la llama, que podríamos considerar como el primer fotómetro de llama, pues con él comprobó como las sales de potasio emitían un color rojo característico, mientras que con las de sodio era amarillo.

El físico norteamericano **David Alter** (1807-1881) escribió en un trabajo publicado en 1854 en el “American J.”, “que el espectro emitido por un elemento difiere de los de otros en su número de bandas, intensidad y posición, de manera que puede ser identificado por su simple observación”. (141)

Como hemos visto en este breve repaso histórico de la química analítica, han sido muchos los científicos que dedicaron sus esfuerzos a la teoría y a la puesta a punto de técnicas y equipos, ahora daremos unas breves notas biográficas, en orden cronológico, de los principales personajes de esta rama de la ciencia

TORBERN OLOF BERGMAN 1735-1784

Nació en Katrineberg, Suecia, en 1735, y falleció en Medevi en 1784. Siguiendo los deseos de su padre, estudió inicialmente leyes en la Universidad de Upsala para luego interesarse por las ciencias naturales asistiendo a clases en la facultad de medicina en la que fue discípulo de **Carolus Linneo**.



Torbern Olof. Bergman (1735-1784)

Posteriormente, estudió también matemáticas, llegando a ser profesor de química en la Universidad de Upsala en 1767, aunque no había publicado un solo trabajo de esta ciencia. Esta situación la corrigió rápida y cumplidamente, pues en los 17 años siguientes recogió sus experiencias en cinco grandes volúmenes, la mayor parte dedicados a la química analítica, titulado “Opuscula physica et chemica”, escrito en latín. (236)

Rápidamente sus escritos fueron traducidos al francés y al alemán, aumentando así su reputación que le llevó a ser considerado la primera autoridad en Química de

Europa, tuvo muchos discípulos como **Johann Gottlieb Gahn**, el finés, **Johan Gadolin** y los hermanos españoles **D'Elhuyar**.

Entre sus escritos se encuentra la “Disertación sobre atracciones selectivas”, donde estudió la afinidad química y el “Analysi Aquarum” de 1779. **Torbern Olof. Bergman** fue el primero que intentó dar reglas sistemáticas para el análisis químico de minerales y de aguas naturales, que sintetizaba posteriormente para comprobar que tenían las mismas propiedades organolépticas. (50)

Propuso el empleo de colorantes para distinguir entre carbonatos y bicarbonatos, y su método de análisis de aguas fue el utilizado por los químicos ilustrados, y el que se empleó en las expediciones de **La Pérouse** y de **Malaspina**. (106)

Los métodos mejorados para el análisis de aguas los publicó en 1778 introduciendo nuevos sistemas de análisis cuantitativo gravimétrico. Se le considera el fundador del análisis químico inorgánico cualitativo y cuantitativo, pues fue el primero en sugerir que los metales no necesitan ser aislados para su análisis cuantitativo, bastaba con aislarlos en forma de compuestos adecuados obtenidos por precipitación. (218)

LOUIS BERNARD GUYTON DE MORVEAU 1737-1816

La biografía de este abogado y químico francés resulta bastante curiosa. Nació en Dijon en 1737, en cuya universidad su padre era profesor de leyes. Estudió también abogacía y se trasladó a París para estudiar literatura, comenzando a escribir poemas satíricos. Vuelto a su ciudad natal, por influencia de su familia, fue elegido miembro de la Academia.

En una de las reuniones de la Academia hubo una disertación sobre química, que **Guyton** criticó duramente. En el turno de réplica, el químico le recriminó que un poeta y abogado no debería hablar sobre lo que no entendía. Esta contestación enfadó al abogado que se puso a estudiar química, cosa que hizo ya toda su vida,

haciendo experimentos que publicaba en el periódico de la Academia, junto con trabajos de contenido jurídico y ocasionalmente algún poema.



Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1816)

Su doble condición de escritor y químico le llevó redactar la sección de Química de la Gran Enciclopedia Francesa. Inicialmente, apoyó la teoría del flogisto que las expuso en la obra “Digresiones académicas” de 1772, pero los viajes de **Lavoisier** a Dijon dieron su fruto y **Guyton de Morveau** aceptó la nueva teoría de la combustión, llegando a ser un ardiente defensor de las nuevas ideas. (49)

Se le debe el primer intento de una clasificación racional de las combinaciones químicas, fundada en la definición de los elementos, que dividió en cinco clases: en la primera colocaba al oxígeno; en la segunda, los aptos para formar ácidos como el azufre; en la tercera, los metales; en la cuarta, las tierras; y en la quinta, los álcalis. Según **Francisco Vera** (1888-1967), esta clasificación se conservó en líneas generales hasta principios del siglo XX. (251)

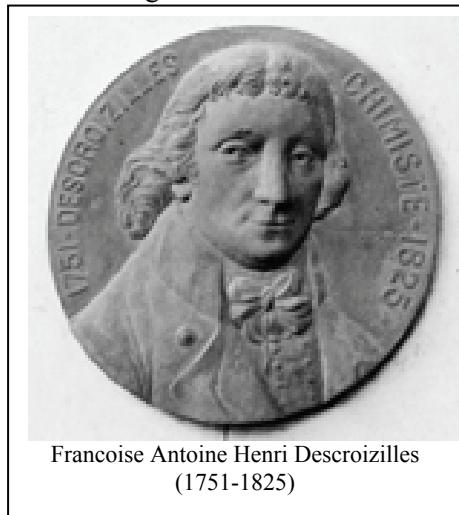
Entre otras técnicas que puso a punto está la que describió en 1784, un método para determinar el dióxido de carbono en las aguas de Vichy, basado en un descubrimiento de **Cavendish** de que el agua de cal enturbia las aguas que eran ricas en, el entonces llamado, gas acido mefítico. El ex abogado llamó al aparato de vidrio graduado que mide el volumen de agua de cal añadida, gasómetro, que es un antecedente de la bureta. Es un método realmente volumétrico, ya que el fundamento del cálculo está basado en la medida del volumen de una solución.

En los años 1782 a 1784, impulsó el empleo de indicadores coloreados en los análisis volumétricos, utilizó el litmus, la cúrcuma y la brasilina como indicadores externos, valorando calcio y plomo en disolución acuosa con carbonato potásico en forma sólida, determinando gravimétricamente la cantidad utilizada de éste.

Guyton de Morveau fue nombrado, por el Emperador **Napoleón Bonaparte**, barón en 1811, pero su voto a favor de la ejecución de **Luis XVI** en la convención de 1793 nunca fue olvidado, no permitiéndole alcanzar cargos públicos. Murió en 1816. (236)

FRANÇOIS ANTOINE HENRI DESCROIZILLES 1751-1825

François Antoine Henri Descroizilles nació en 1751 en Dieppe, en una familia con cuatro generaciones de farmacéuticos, su padre había estudiado con **Claude Joseph Geoffroy** (1683-1752) en París, siendo un especialista en botánica.



De joven fue enviado a estudiar a París, trabajando en el laboratorio de **Guillaume François Rouelle**.

Descroizilles desarrolló un método para la detección de plomo en la sidra, mediante heparina. La adición del metal era costumbre muy extendida para conseguir la clarificación de la bebida. Este sistema se publicó en la revista *Archives de Normandie* y fue presentado por **Lavoisier** en la Academia Francesa en 1787. (236)

Entre 1787-1788 puso a punto el primer método volumétrico redoximétrico para valorar el hipoclorito disuelto en agua con solución de índigo en ácido sulfúrico hasta el cambio de color, diseñando una bureta apropiada que presentó en París en 1830, en “*Notices sur l’alcalimètre et autres tubes chemicométriques*”. (51)

Este método estaba sujeto a muchos errores, pero recibió un amplio reconocimiento para su uso con fines técnicos, después de sufrir algunas mejoras, fue universalmente aplicado.

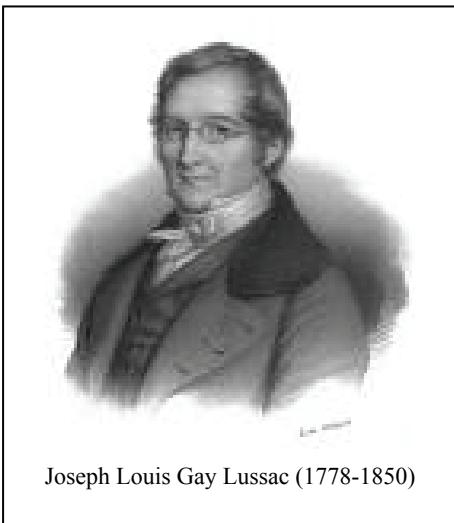
El trabajo más importante de este químico analista fue el publicado en *Ann. Chim.*, volumen 60 de 1806 y titulado ”*Notices sur les alkalis de commerce*”, donde indicó que el mejor método para la determinación del álcali en la potasa o en la sosa

es la saturación con ácido sulfúrico, utilizando un instrumento graduado llamado “*alcali metre*” y jarabe de violetas como indicador.

Algunos autores, como **Lucien Louis Koninck** (1844-1921) en 1901, consideraron a **François Antoine Descroizilles** como el descubridor de estos métodos, algunas décadas antes que **Gay Lussac**.

JOSEPH LOUIS GAY LUSSAC 1778-1850

Nació en St Leonard Haute cerca de Auvergne en 1778 y falleció en París en 1850. Estudió en un colegio de París y en 1796 ingresó en la recientemente creada École Politechnique, siendo nombrado auxiliar de laboratorio de **Claude Louis Berthollet**, cuando éste estaba en el cenit de su carrera, en 1802 ya llegó a impartir algunas clases en tan acreditado centro de enseñanza.



Joseph Louis Gay Lussac (1778-1850)

En 1802 estableció la ley de los gases que lleva su nombre, según la cual “*a presión constante, todos los gases se dilatan la misma fracción de su volumen a 0° por cada grado de aumento de la temperatura*”. Como ocurre en tantos casos en la Historia de la Ciencia había un precedente, pues **Jacques Alexandre Charles** (1746-1823) había alcanzado conclusiones análogas en 1787, que permanecieron inéditas, antes que **Gay Lussac** diese cuenta de sus resultados y de aquí el nombre alternativo de ley de Charles - Gay Lussac que podemos encontrar en algunos textos. Para más abundar en estas circunstancias relacionadas con la prioridad de los descubrimientos,

algunos autores indican que el trabajo de **Charles** fue una repetición del trabajo de **Montons** también de 1787. (36), (117).

Por esa época, **Dalton** opinó que la composición del aire variaba con la altura, en 1804 la Academia francesa encargó a **Gay Lussac** una ascensión en globo junto con el físico **Jean Baptiste Biot**, que puede considerarse la primera realizada con fines científicos. Alcanzaron los siete kilómetros de altura, comprobando que no existía diferencia en la composición del aire a bajo y alto nivel, que la temperatura de la atmósfera decrece 1 ° C por cada 174 m, haciendo también medidas de la fuerza magnética.

Junto con su amigo de siempre y colaborador **Louis Jacques Thenard**, aisló el boro en 1808, tratando el óxido con potasio, adelantándose en solo ocho días a **Humphry Davy** en una carrera internacional para conseguir el honor del descubrimiento. En esta línea consiguió obtener cantidades importantes de sodio por reducción con hierro y carbón, durante una de estas experiencias una explosión le dejó bastante maltrecho y casi ciego. (34)

Ayudado por **Friedrich Wilhelm Humboldt**, estableció, en 1808, la ley de los volúmenes de combinación de los gases, que puede enunciarse: “*En cualquier reacción química los volúmenes de todas las substancias gaseosas que intervienen en la misma están en una relación de números enteros sencillos.*”. (41)

En 1829 fue nombrado ensayista en jefe del *Bureau de garantie à la Monnaie*, organismo público encargado de vigilar la calidad de la moneda acuñada. Allí desarrollará un nuevo método para determinar el título de la plata, que publicó en 1832 y que causó un gran interés entre los analistas, ya que tenía más exactitud que el de copelación, utilizado oficialmente durante cientos de años. **Gay Lussac** indicaba que los valores de este último método eran erróneamente bajos y que el Estado estaba perdiendo dinero, un ensayo multilaboratorio en Europa dio la razón al químico. (236)

También determinó sosa y bórax con ácido sulfúrico e investigó, después, sobre el ácido cianhídrico, comprobando que no contenía oxígeno, demostrando que **Lavoisier** estaba equivocado cuando afirmaba que era necesaria la presencia de este elemento en los ácidos.

Añadió nuevas técnicas a la Química analítica volumétrica, como el uso de disoluciones valoradas, fabricando una pipeta similar a las que se utilizan hoy, e incluso, como no recomendaba hacer la aspiración con la boca, construyó un sistema de llenando un tanto complicado; se le considera el fundador del análisis volumétrico.

Sus brillantes cualidades científicas, el dominio de los idiomas inglés, alemán e italiano, junto con sus elevadas virtudes morales, llevaron al rey **Luis Felipe I** (1773-1850) a nombrarle, como premio a su labor, par de Francia en 1839. En 1840 renunció a la Politécnica y en 1848 a la mayor parte de sus cargos, retirándose a descansar a su finca en Lussac, donde había hecho construir un laboratorio, y aunque sufrió varias enfermedades, continuó trabajando hasta su fallecimiento en 1850.

JÖNS JAKOB BERZELIUS 1779-1848

Nació en 1779 en Väversunda, Suecia, estudió medicina en Upsala, donde fue alumno de **Anders Gustaf Ekeberg**, aunque no parecía muy entusiasmado por estos conocimientos, donde realmente destacó fue en la Química. Ya en 1800, destacó por sus observaciones acerca de las aguas minerales de Medevi, terminando los estudios de Química a la vez que los de Medicina y doctorándose en 1802. (36)



Jöns Jakob Berzelius (1779-1848)

Compatibilizó su trabajo como médico y profesor auxiliar hasta 1806, fecha en la que pasó a encargarse de los cursos de Química de la Academia Militar Carlsberg, publicando junto a **Wilhelm Hisinger** unas Memorias relacionadas con la Física, la Química y la Mineralogía.

Berzelius fue miembro, desde 1808, de la Real Academia de Ciencias de Suecia, aunque en 1832 dejó la enseñanza para poder dedicarse por completo a la investigación. A él se le ocurrió utilizar la letra inicial del nombre latino de cada elemento como su símbolo, que fue, prontamente, adoptado, y hoy es indispensable para los químicos.

Preparó, en 1828, una tabla de pesos atómicos que fue considerada como la primera de cierta exactitud y cuyos valores no son distintos de los actualmente admitidos, salvo en dos o tres casos. (34), (52a)

Hacia 1830 era considerado la mayor autoridad en Química del mundo y su texto “De L’analyse des Corps Inorganiques” se tenía como el credo de la química, y así, cuando visitó Francia fue recibido por el rey **Luis Felipe I**.

Se dedicó a muchas ramas de la ciencia como la electricidad, y gran parte de los términos que hoy utilizamos como catálisis, isómero o proteína fueron creados por él. Fue el primero que, en 1833, introdujo el término polímero, reconociendo el hecho de que dos compuestos pueden tener la misma composición elemental, pero diferentes pesos moleculares. Este fue el comienzo de un maridaje entre envases de compuestos poliméricos sintéticos y aguas minerales, iniciado siglos atrás con el

vidrio, al que el profesor **Issa Katime** considera también un polímero, aunque inorgánico. (137)

También dedicó sus esfuerzos al análisis de las aguas minerales, buscando respuesta para ciertos interrogantes como ocurrió con las de Porla, en Suecia, donde encontró: “*un pozo que tiene como una vara de hondura y en cuyo fondo se desarrollan lenta y continuamente burbujas de gas, éste consta de seis partes de azoe por una de ácido carbónico, que según él proviene de la descomposición de materias orgánicas azotosas*”.

KARL FRIEDRICH MOHR 1806 - 1879

Nació en 1806 en Coblenza, hijo de un farmacéutico, estudió también farmacia en Bonn, Heidelberg y Berlín con el famoso analista **Heinrich Rose**. Falleció en Bonn en 1879.



Karl Friedrich Mohr (1806-1879)

Tras la etapa de estudiante, volvió a su ciudad natal a trabajar en el negocio familiar, dedicándose en su tiempo libre a realizar experimentos sobre diferentes asuntos científicos. En 1837, publicó un trabajo en el que exponía la teoría de la conservación de la energía, cinco años antes que **Robert Julius Mayer** (1814-1878) la publicase. El mismo **Liebig** le recomendó que no lo diera a la luz en “*Annalen der Pharmazie und Chemie*”, so pena de quedar desacreditado ante los ojos de los físicos. (236)

Aunque el trabajo fue publicado por una revista austriaca, el autor había perdido el interés por el tema y se dedicó a colaborar en la “*Prussian Pharmacopoeia*” y a la

publicación, en 1847, de un libro sobre práctica farmacéutica que fue traducido al inglés y publicado en Estados Unidos.

Durante la preparación de este texto se interesó por la volumetría y recogió abundante bibliografía, dedicándose a comprobar experimentalmente el funcionamiento de los métodos, modificando algunos y remplazando otros, en 1855 publicó su trabajo que tuvo numerosas ediciones, la última en 1914, cincuenta años después de la primera. (218)

Después de arruinarse como fabricante de abonos, pasó a trabajar, como profesor, a la Universidad de Bonn, dedicando sus esfuerzos a la Geología, falleció en 1879 dejándonos infinidad de productos y equipos que llevan su nombre, una sal, una balanza, una bureta, una pinza, un taladro corchos son unos ejemplos, algunos le consideran el fundador de la volumetría, siendo el que introdujo el empleo de las soluciones normalizadas para el análisis cuantitativo. (236)

KARL REMIGIUS FRESENIUS 1818-1897

Nació en Fráncfort en 1818 y falleció en Wiesbaden en 1897. Después de trabajar como farmacéutico en su ciudad natal entró en la Universidad de Bonn en 1840.

Estudió con **Justus von Liebig** en Giesen, siendo su ayudante y obteniendo el doctorado en 1842; y nombrado profesor de Química, Física y Tecnología en el Instituto de Agricultura de Nassau. Con la ayuda económica de su padre abrió, en 1848, un laboratorio en Wiesbaden que llegaría a ser un centro de referencia para la preparación de analistas químicos, para la puesta a punto de métodos de análisis y para realizarlos con fines comerciales. (141)

Su libro sobre análisis cuantitativo, publicado en 1846, fue inmediatamente reconocido como un trabajo de gran mérito y desde entonces hasta su fallecimiento se editaron seis ediciones, que además se tradujeron al chino, alemán, inglés, francés, ruso y español.

En 1862 **Karl Remigius Fresenius** fundó el “Zeitschrift für analytische Chemie”, un medio para publicar las investigaciones realizadas en su laboratorio. Esta primera publicación, dedicada exclusivamente a la Química Analítica, permanece activa en manos de la quinta generación de la familia **Fresenius**. (218)

FRIEDRICH WILHEM OSTWALD 1853-1932

Nació el 2 de septiembre de 1853 en la ciudad de Riga, que en aquellos momentos formaba parte del Imperio Ruso, y hoy en día ha vuelto a ser la capital de Letonia.

Estudió en la Universidad de Dorpat, graduándose en 1875, trabajando como profesor en dicho centro hasta 1881. De 1881 a 1887 fue profesor del Instituto Politécnico de Riga y en 1887 se trasladó a la Universidad de Leipzig como profesor de Química-física, fundando el Instituto **Ostwald**, primer centro dedicado al estudio de esta ciencia, que dirigió hasta su jubilación en 1906.

Formuló, en 1888, la ley de la dilución que lleva su nombre y que rige los fenómenos de disociación en las disoluciones de electrolitos relacionando el grado y la constante de disociación. También enunció la regla de Grados que dice que: “*Un sistema químico que se presenta en varios estados energéticos, por sustracción de energía no se transforma directa, sino gradualmente, en el estado energético más pobre*”. (259)

En 1900 descubrió un procedimiento de preparación del ácido nítrico que lleva su nombre, por oxidación del amoníaco, facilitando la producción en masa de fertilizantes y de explosivos en Alemania durante la I Guerra Mundial. Ideó un viscosímetro que se sigue utilizando para medir la viscosidad de las disoluciones.

Entre su prolífica creación científica fue fundamental, para la Química Analítica, su obra aparecida en 1894 titulada “*Los principios científicos de la Química Analítica*”, en la que elaboraba una base científica que explicaba numerosos procesos analíticos que se establecieron inicialmente de forma empírica. (28)

Los conocimientos analíticos pudieron asentarse entonces sobre una base científica merced a los trabajos de **Ostwald** recogidos en la obra citada, en la que se inicia la aplicación a la Química Analítica de la teoría acido base, la de los indicadores, las constantes de disociación y el principio del producto de solubilidad.

Un curso de análisis cuantitativo era, antes de **Ostwald**, un curso de técnicas y métodos, un conjunto de recetas; el libro del científico citado y los avances de la Química Física contribuyeron a que los métodos de Análisis Químico no fueran puramente empíricos, pudiendo ahora predecirse nuevas técnicas teóricas que confirma posteriormente la experimentación. (51)

Un dato a tener en cuenta es que las Matemáticas se introdujeron en la Química con la Fisicoquímica, encontrándose con el obstáculo de que la falta de conocimientos de los químicos en esta materia les impedía acceder a las nuevas explicaciones basadas en la Termodinámica. La mayoría de los químicos orgánicos alemanes eran experimentadores y no les agradaba esta parte de su ciencia tan teórica. Fue **Ostwald** quien escribió un texto para la enseñanza de esta nueva disciplina. (218)

Hay que considerar que junto con **Jacobus van't Hoff** y **Svante Arrhenius** fueron los fundadores de esta nueva disciplina y que para conseguir su consolidación fundaron la revista “*Zeitschrift für phisikalische Chemie*”, que sirvió de cauce de expresión a las nuevas teorías.

Entre sus obras destacan “Filosofía natural” (1902) y “Ciencia del color” (1923). Obtuvo el premio Nobel de Química, en 1909, por sus investigaciones sobre

la catálisis, los principios fundamentales que gobiernan los equilibrios químicos, y la velocidad de reacción y el equilibrio químico. **Ostwald** falleció en Grossbothen, cerca de Leipzig, el 3 de abril de 1932. (49)

Como final de este capítulo debemos decir que hasta casi el final del siglo XIX, coincidiendo con la fecha de nuestro trabajo, el interés de la Química Analítica estaba centrado en el conocimiento de la composición de la materia inorgánica, la más importante en las Aguas Mineromedicinales, por lo que se circunscribía a las técnicas fundamentales de los métodos gravimétricos y volumétricos. El extraordinario aumento de los métodos de síntesis orgánica con el consiguiente desarrollo de nuevos productos, urgió a los analistas a la creación de mejores métodos de análisis de todo tipo de productos, entre los que se figuran sustancias que se encuentran frecuentemente en las aguas.

El desarrollo de estas técnicas hizo que el químico analista necesitase conocer; no solo el fundamento de las reacciones de la Química inorgánica y orgánica, y las bases del análisis cualitativo y cuantitativo; sino también conocer las limitaciones de los métodos, las interferencias y las fuentes de error. En unas palabras, se necesitaba una formación básica que hacía que sólo ellos pudieran abordar ciertos problemas que no deberían ya quedar en manos de no profesionales.

X

La Química Analítica en España

En el capítulo dedicado a la Química en España hemos visto como esta Ciencia se introducía en nuestra patria gracias al esfuerzo de instituciones privadas y, posteriormente, de las universidades, habiendo podido reunir en nuestra revisión algunas decenas de científicos importantes.

El profesor **Siro Arribas Jimeno** (1915-2007) en su conferencia pronunciada en 1985 decía: “*La enseñanza en España de la Análisis Química, como era conocida entonces, no tuvo lugar hasta bien entrado el siglo XVIII.*” (28)

Había tenido que pasar casi un siglo para que el Análisis Químico o la Química Analítica, como se denominaba la asignatura que yo cursé, tomaran carta de naturaleza en la Universidad española.

El que en 1858 deseaba ser licenciado en Ciencias podía optar, tras cursar el bachillerato en Ciencias, por las licenciaturas de Exactas, Físicas o Naturales. En la de Físicas existían las asignaturas de Química Inorgánica y Química Orgánica y sólo para obtener el grado de doctor era necesario cursar un curso de Análisis Química.

Aunque repasaremos en su lugar la biografía del profesor **Magín Bonet y Bonfill**, debemos destacar que fue el primer catedrático de Análisis Química de España en 1867, y como le calificó el profesor de Química Analítica, **Claro Allué Salvador** (c.1964), “*el creador de la Escuela de Analistas Químicos*”.

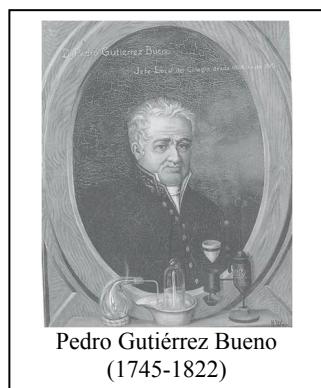
El profesor **Arribas** hacía notar en el texto de su conferencia; “*el femenino de la palabra análisis, que persistió durante algún tiempo e incluso algunas cátedras se denominaron de Análisis Química, quizás debido a una traducción excesivamente literal del alemán, idioma en el que Analyse es femenino. Una desgradable cacomofonía, la análisis, propició su expresión actual*”.

Esta asignatura modificó su nombre y en el plan de estudios de 1922 ya se llamó Química Analítica, este cambio se había realizado anteriormente en Alemania, posiblemente por **Remigius Fresenius** en 1862, cuando fundó la primera revista científica dedicada a esta rama de la Química titulada: “Revista de Química Analítica”.

Teniendo en cuenta que solo transcurrieron veinte años escasos entre el nombramiento del primer catedrático de Química Analítica en España y el año 1884, que consideramos ultimo de nuestro trabajo, no debemos esperar un gran número de personajes en nuestra galería de biografías. Muchos de los científicos que dedicaron parte de su esfuerzo al análisis químico los hemos visto al hablar de la Ciencia y la Química en España y encontraremos más en el capítulo dedicado al Análisis de las Aguas Mineromedicinales, pues aunque no existiera una enseñanza oficial de esta rama de la Química, los que necesitaban estos conocimientos los buscaban y conseguían a cualquier precio incluidos viajes al extranjero.

PEDRO GUTIÉRREZ BUENO 1745-1822

Dice **Antonio García Belmar** que este farmacéutico fue uno de los primeros alumnos de los Reales Estudios de San Isidro de Madrid, donde a partir de 1771 estudió Lógica, Matemáticas y Física experimental. Con estos estudios debió adquirir una sólida formación en una serie de materias reunidas bajo el nombre de Matemáticas que se impartían durante dos cursos, en el primero se abordaban la Aritmética, la Geometría y la Trigonometría y en el segundo, aspectos de Física como la Dinámica, la Estática, la Hidrostática y la Hidrodinámica. Parece que pudo aprender Física experimental con las clases impartidas por **Antonio Fernández Solano** (1744-1823), cirujano de la Armada, antiguo profesor del Colegio de Cirugía de Cádiz. (109)



Debió de ingresar en el Real Colegio de Farmacéuticos de Madrid hacia 1777, fecha de su primer escrito, que quizás le valiera para su ingreso, fue nombrado en 1787, catedrático interino y puede considerársele el primer profesor español de Química dando sus clases en el Real Gabinete de Historia Natural establecido; provisionalmente, en la farmacia del convento de las Carmelitas Descalzas, en la calle Alcalá esquina Barquillo; hasta la terminación de la Academia de Ciencias en el actual Museo del Prado.

Las clases se inauguraron el 2 de enero de 1788 y los textos utilizados fueron los de **Guyton de Morveau** y de **Fourcroy**, sin embargo a finales de 1788 **Gutiérrez Bueno** elaboró un “Curso de químico” que era una recopilación de sus lecciones, utilizando ya la nueva nomenclatura. (187)

También fue Boticario Mayor honorario del Rey, miembro de la Real Academia de Medicina, profesor de Química en el Colegio de Boticarios y examinador perpetuo de Farmacia.

Consiguió ser, por oposición, Catedrático de Química y Farmacia, en 1805, del Colegio de Farmacia de Madrid, del que fue Jefe Local y al que se debe que este colegio, origen de la actual Facultad, no desapareciera durante la Guerra de la Independencia.

En 1805, la biblioteca de **Gutiérrez Bueno** estaba formada por unos 275 textos, de los que tres cuartas partes eran de temas relacionados con la ciencia, y una tercera parte del total escritos en francés, lengua que entonces era considerada como oficial para publicaciones de química y de la que el biografiado debía de tener el suficiente conocimiento para emplearlo en su labor

También figuraban en su biblioteca libros dedicados a los aspectos técnicos de los tintes, del análisis de las aguas y de la fabricación de vidrios, tratados que debió de conseguir para preparar los libros que escribió sobre estos temas.

Su dedicación a la química no se detuvo en los aspectos puramente teóricos, actuó como Director de la fábrica de ácido sulfúrico instalada en las orillas del Manzanares, que utilizaba el método de las cámaras de plomo, e instaló una factoría de blanqueo de tejidos de hilo y algodón en San Ildefonso.

Desde 1780 dirigió la fábrica de Cadalso de los Vidrios dedicada a la fabricación de solimán, cloruro mercúrico, utilizado como desinfectante en la preparación de productos farmacéuticos.

Escribió un “Curso de Química teórica y práctica para la enseñanza del Real Laboratorio de Química de esta Corte”, que apareció en Madrid en 1788 dedicado al **conde de Floridablanca**, en el que ya aceptaba las teorías de **Lavoisier** sobre la oxidación.

Desde el punto de vista de la Hidrología fue **Pedro Gutiérrez Bueno** el que efectuó, en el Real Laboratorio, el mayor número de análisis de aguas minero-medicinales entre 1788 y 1799. Anteriormente, en 1782, ante la influencia francesa había escrito una obra de gran importancia titulada “Instrucción sobre el mejor método de analizar las aguas minerales, y en lo posible imitarlas”, impresa en la Imprenta Real, en ella trata de los análisis cuantitativos y cualitativos, insistiendo en que ciertas determinaciones se debían hacer a pie de manantial. (214), (217)

Nos dice el profesor **Folch Jou** que esta obra “*explica de forma clara y sencilla, fácilmente comprensible por todos, las diversas experiencias a realizar y el material necesario. Su mismo deseo de estar al alcance de todo el mundo, le indujo a no usar la nueva nomenclatura, lo que mereció algunas críticas como las de Tri- no Antonio de Porcel*”. (102)

El rey **Carlos IV** nombró inspector de Aguas al Dr. **Mariano Martínez Bayano** quien, en 1798, publicó el "Diccionario de medicina" donde incluyó 76 aguas analizadas por **Gutiérrez Bueno**. Quizás podemos encontrar un precedente de lo que un siglo después comprobaría **Svante Arrhenius**, cuando el farmacéutico español decía que: "*la química permitía conocer los principios de los cuerpos, gracias a que los reduce a su mayor simplicidad mediante la disolución*". (109)

Pedro Gutiérrez Bueno publicó en 1801 una "Descripción de los Reales Baños de Arnedillo y análisis de sus aguas" dedicada al **marqués de la Hinojosa Don Fernando de Néstares y Grijalba**, de los que había medido la temperatura del agua y de la estufa y realizado un análisis completo. (197), (102)

Según cuenta **Folch Jou** "*el marqués debía tomar estas aguas y unos le decían que contenían hierro, otros azufre, mercurio, vitriolo, espíritus volátiles sutilísimos, lo cual indicaba la confianza que tenían en las aguas y la ignorancia de los medios de que se sirve la Naturaleza para el alivio en nuestras dolencias. Por esta razón quiso el mismo, que Gutiérrez Bueno pasara a reconocer dichas aguas*". (102)

El catedrático de análisis solo encontró en las aguas los gases del aire y sulfatos, cloruros, calcio y magnesio, utilizando la nomenclatura de nuestros días. También añade: "*desde que empecé siempre sospeché que podía haber otra sal en disolución, pero si es así me persuado que será en muy corta cantidad*". El libro tiene en su última parte un capítulo dedicado a los casos clínicos escrito por el médico don **Fernando Amatriayn**, puesto que en esas fechas la relación composición actividad terapéutica estaba todavía cuestionada.

También publicó, en 1805, un "Análisis de las aguas minerales de las cuatro fuentes inmediatas a la villa de Espinosa de los Monteros" y un análisis de los baños de Fortuna. (217), (149)

Tuvo botica abierta y como hemos indicado, fue director de varias fábricas de productos químicos y desempeñó numerosísimas comisiones por encargo de la Corona. (151)

Partiendo de una memoria de **Claude-Louis Berthollet** que introducía el empleo del ácido muriático oxigenado, el cloro, para el blanqueo de tejidos, escribió una "Memoria sobre el blanqueo de lino, algodón y otras materias, sacada de la que publicó en francés Mr. **Berthollet**", publicada en Madrid en 1790. Posteriormente, además de obtener un permiso para instalar un taller de tintoreros, publicó varias obras relacionadas con este tema: "Arte de tintoreros de lanas", en Madrid en 1800. "Arte de tintoreros de algodón y lino, en Madrid 1801, y "Arte de tintoreros de se-

das”, 1801. También publicó artículos sobre estas cuestiones en el Semanario de Agricultura y Artes de 1800, vol. 8. (109)

El gobierno le encargó las censuras de libros, entre ellos la importante obra de **Lavoisier**: “*Traité élémentaire de chimie*”. Así mismo realizó peritajes sobre cuestiones relacionadas como la fabricación de pólvoras, instalación de pararrayos, la minería y los tintes. En 1796 se le encargó la supervisión de la Real Fábrica de Cristales de San Ildefonso, fruto de esta experiencia consiguió publicar, en 1799, un “Manual del arte de vidriería”, después arduas disputas con la censura.

A **Gutiérrez Bueno** le dispensó una decidida protección el infante **D. Antonio Pascual de Borbón y Sajonia** (1755-1817) el más inteligente y laborioso de los hijos de **Carlos III**, que gustaba mucho de los entretenimientos de la Química. (221)

El infante fue partidario de su sobrino el príncipe **Fernando**, y encabezó la Junta Suprema de Gobierno, mientras éste acudía a la cita conminatoria de **Napoleón** en Bayona. A **Antonio Pascual de Borbón** le tocó el papel de velar por sus sobrinos **Fernando** y **Carlos María** en Valençie, su sobrino, el futuro **Fernando VII**, lo llamaba socarronamente mi tío, el docto, porque se le había otorgado un doctorado honoris causa en química, aunque no se le conocieron más aptitudes que aquellas de bordar encajes sobre un bastidor que tanto le entretuvieron en el destierro. (204)

Esta afirmación se contradice con la de **Leopoldo Martínez Reguera** (1841-1917) que dice que Don **Antonio de Borbón**, realizó, en 1800, a pie de manantial, los trabajos analíticos de las aguas minerales de Sacedón, determinando las cualidades físicas, químicas e indicaciones de la acción de los principales componentes. (164), (192), (214)

En 1800, el Infante fue a tomar las aguas de Sacedón y quiso hacer personalmente el análisis, llevándose su laboratorio portátil, el resultado de su trabajo se publicó en 1801 con el título “Análisis de las aguas minerales y termales de Sacedón que se hizo cuando pasó a tomarlas el Serenísimo Sr Infante D. **Antonio**, en el mes de julio y agosto de 1800, con toda su servidumbre”. (102)

La afición de **Don Antonio** le llevó a publicar la traducción de la obra “*Traité de Chimie élémentaire, theorique et pratique*” de **Louis Jacques Thenard** con el título “Lecciones de química teórica y práctica para servir de base al curso de Ciencias físicas químicas, establecido en el Real Palacio bajo la dirección del infante Don Antonio”. (190)

De **Pedro Gutiérrez Bueno**, uno de los químicos mejor preparados de su tiempo aunque no realizara viajes de formación al extranjero, **Josep Luis Proust** señaló que fue “*el primero que ha establecido en grado los trabajos de la Química práctica con un éxito digno de elogio*”. (108)

FRANCISCO DE PAULA MONTELLS Y NADAL 1813-1893

Nació en Barcelona en 1813. Sus padres le proporcionaron una buena educación, pues estudió latín y filosofía, y después, al mismo tiempo que cursaba las ciencias naturales, aprendió el arte de platero, en el que llegó a ser, a los dieciséis años, un buen oficial.

Mientras trabajaba estudió Matemáticas, Mecánica, Física, Botánica y Química, ciencia que fue el objeto de todos sus desvelos, cursándola durante cinco años siendo los tres últimos ayudante preparador del catedrático D. **José Roura**.

En 1833, cuando apenas contaba veinte años de edad, se presentó a la oposición de la cátedra de Química aplicada del Real Conservatorio de Artes de Madrid. Sus trabajos preparatorios fueron tan buenos que se le dio el nombramiento de catedrático de Química de las Artes en la ciudad de Granada, en donde, apenas comenzó a regentar su cátedra, inició los estudios de la carrera de medicina.

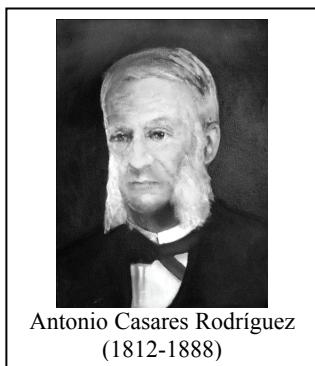
Desempeñó muchas comisiones como la de secretario general de la Universidad de Granada, siendo un profesor querido y apreciado por sus discípulos. Su aprendizaje como orfebre le permitía dibujar los equipos, las máquinas y aparatos, de tal modo que sus explicaciones resultaban muy comprensibles.

El doctor **Montells** fue académico y profesor del Liceo de Granada, habiendo obtenido por concurso, en cuatro ocasiones diferentes, el título de socio de mérito de la Sociedad Económica de amigos del país, de cuya corporación ha sido censor.

Teniendo en cuenta su formación su obra publicada fue muy variada destacando: “Memoria sobre la infección, acompañada de la fabricación y uso de los hipocloritos desinfectantes impropriamente llamados cloruros” de 1833, “Nomenclatura química arreglada a los conocimientos modernos” de 1857, “Curso de Química general” en tres tomos de 1840, “Memoria sobre la aplicación de un nuevo alto horno para la fundición de los minerales ferruginosos de Sierra Nevada” y “Análisis químicos de las aguas medicinales de las provincias de Granada y Almería”. (94)

ANTONIO CASARES RODRÍGUEZ 1812- 1888

Nació en Monforte en 1812, cursando los estudios de farmacia y de ciencias y obteniendo los doctorados en 1832 y 1841. En 1836 obtuvo la Cátedra de Química aplicada a las Artes en Santiago de Compostela por oposición en el Conservatorio de Artes de Madrid.



Antonio Casares Rodríguez
(1812-1888)

Fue promovido, en 1845, por real Orden como primer catedrático de Química General de la Universidad de Santiago, adscrita a la Facultad de Filosofía, hasta que doce años después se fundó la Facultad de Ciencias, de la que llegó a ser Decano. En 1859 pasó a ocupar la Cátedra de Química inorgánica de la Facultad de Farmacia de esa universidad, donde realizó toda su labor docente y científica. (151)

El profesor **José María López Piñero** le incluyó entre los químicos de las llamadas “*generaciones intermedias*” que mantuvieron al día la información sobre los importantes avances que experimentó en aquellos años su especialidad y que difundieron las técnicas de laboratorio.

Según **Luis Rodríguez Miguez**, el científico monfortino es considerado como el padre de la química gallega y éste fue el terreno en que desarrolló sus actividades. Durante mucho tiempo, los estudiantes de esta especialidad en toda España se guiaron por el “Tratado de química general”, que publicó por primera vez en 1848 y que fue reimpreso varias veces. (207)

Una de sus actividades fue la aplicación de la química a la agricultura, escribiendo el “Manual de química general, con aplicaciones a la industria, y con especialidad a la agricultura”, publicado en 1857 y basado en las obras de **Berzelius, Liebig, Dumas, Regnault y Jean Baptiste Boussingault**.

Su laboratorio fue el primero en España en utilizar el análisis espectral como técnica instrumental, dedicándose al análisis de aguas mineromedicinales. En 1866 descubrió rubidio y cesio, identificados por sus rayas en el espectroscopio, procediendo sobre sus cloroplatinatos en varias aguas minerales de Galicia, sólo seis años después que **Robert Wilhelm Bunsen**, y **Gustav Kirchhoff** los descubrieran con su recientemente inventado espectrofotómetro. En ese mismo año, el científico gallego recogió sus análisis en el “Tratado práctico de Análisis Química de las aguas minerales y potables”. (28)

Fue el socio numero uno y secretario de la Sociedad Económica de amigos del País, llegando a ser su director en 1850 y, a propuesta de **François Jean Dominique Arago** (1786-1853), fue homenajeado por la Academia de Paris que le dedicó una sesión solemne, honor dispensado a muy pocos científicos extranjeros.

Antonio Casares se preocupó por las aplicaciones prácticas de la química en la medicina y en otros terrenos, desempeñando un papel fundamental en la difusión de los anestésicos. Las dos primeras operaciones quirúrgicas realizadas con cloroformo en España, se llevaron a cabo en diciembre de 1847 en Santiago y Barcelona; en la que se efectuó en la capital gallega se empleó cloroformo elaborado mediante un método propio del científico.

El carácter pionero de sus iniciativas se extendió a otros terrenos, como la química de la nutrición y la toxicología. Se le debe el que seguramente es el primer estudio científico sistemático de los vinos gallegos, incluyendo los de la Ribeira Sacra.

La hidrología fue la actividad investigadora a la que se dedicó con más profundidad y que, a su vez, le proporcionó mayor fama científica. Analizó las aguas de los manantiales que gozaban entonces de mayor fama y concurrencia de agüistas: Caldas de Reyes y de Cuntis (1837); Baños de Molgas; Bar, en las afueras de Santiago; Sousas y Caldeliñas (1854), en el valle de Verín o Monterrey; Carballo, (1862); Arteixo; Incio (1864); Isla de Loujo grande o La Toja (1841); Lugo (1853). (207), (217), (68), (69).

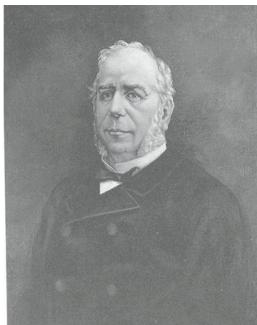
Murió el doce da abril de 1888 mientras desempeñaba su función de Rector de la Universidad de Santiago de Compostela.

MANUEL RIÓZ Y PEDRAJA 1815-1887

Oriundo de Santander, nació en 1815, licenciándose y doctorándose en Farmacia en Madrid. Fue, primero, catedrático del Instituto de Santander en 1840, impartiendo las materias de Física y Química. Actuó como profesor en las facultades de Ciencias de Cádiz y Madrid, en donde fue profesor agregado en 1843. También fue catedrático de Química orgánica de Farmacia en 1845, inspirando su enseñanza en la obra de **Liebig**, disponía de amplios conocimientos químicos, pues dio clase de Análisis químico con prácticas incluidas. (153)

En 1866 ocupó la Cátedra de Química Analítica de la Facultad de Farmacia de Madrid, donde explicó Química Orgánica, Análisis Químico y Química biológica, al dotarse por primera vez en España esta enseñanza, siendo decano en 1877 y Rector de la Central desde 1877 a 1881.

Influenció en las enseñanzas de Química orgánica, y aun cuando no dejó obras sobre esta materia, contribuyó a formar buenos químicos, siendo un ejemplo de farmacéutico que ejerciendo su profesión se dedicó a la experimentación, especialmente con aguas minerales. (151)



Manuel Rioz y Pedraja
(1815-1887)

Analizó varias aguas minerales; en 1849 las de Ontaneda y Alceda, en 1859 las de Cervera del Río Alhama y las de Quinto, las de Liérganes en 1862, y las del manantial de Torrevaso en Escoriaza y las de Hoznayo entre 1877-1883. (245)

Entre sus obras relacionadas con este tema tenemos: “Hidrometría. Nuevo método para determinar las materias minerales disueltas en las aguas de manantiales y ríos”, que era una traducción de la obra de **Ch. Boutron y F. Boudet**, publicada en Madrid en 1879.

Otras publicaciones fueron: “Análisis de las aguas de la Margarita de Loeches”, Madrid 1853; “Análisis del agua mineral de la Fuente Santa de Liérganes”, Madrid 1862; “Análisis de las aguas de Escoriaza (Vitoria), Madrid 1865; “Análisis de las aguas de Santa Filomena de Gomillaz”, Madrid 1868, trabajo realizado junto con **José Alerany y Nebot**; y “Análisis de las aguas minerales de Escoriaza”, Madrid 1881. (245), (179).

MAGÍN BONET Y BOFILL 1818-1894

Nació Castellserá, Lérida, en 1818 falleciendo en Madrid en 1894. Se graduó en Artes en 1836, estudiando, posteriormente, la carrera de Farmacia en Barcelona, alcanzando la licenciatura en 1840 y el doctorado en 1842 en Madrid

Fue escribiente del Colegio de San Victoriano de Barcelona, donde con los 2200 reales anuales que ganaba en 1841 se ayudaba a proseguir sus estudios. Como alumno que había terminado sus estudios del bachillerato de Farmacia solicitó entregar los depósitos para obtener el título en Barcelona, dados los disturbios ocurridos al dejar la Corte esta ciudad alzamientos que terminaron con la renuncia de María Cristina. (118)

Entre 1841 y 1846 fue profesor de Física y Química en el Instituto de Barcelona, obteniendo por oposición la cátedra de Química General de la Universidad de Oviedo en 1847. En 1854 se gradúa en Ciencias Físico Matemáticas. (65)

Se trasladó a Madrid en 1854 para regentar la Cátedra de Química en el Real Instituto de Química Industrial. Solicitó, y le fue concedida, una licencia de cuatro años que invirtió en visitar las más acreditadas escuelas europeas de química. Estuvo en Francia, Alemania, Inglaterra y Suecia, trabajando con **Jean Baptiste Dumas**, **Carl Remigius Fresenius**, **Robert Wilhelm Bunsen**, **Jean Servais Stas** y **Jöns Jacob Berzelius**.

A su regreso fue nombrado catedrático de Química aplicada en el Real Instituto Industrial de Madrid y suprimido éste en 1867, pasó a la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, donde fue el primer catedrático de Análisis Química de dicha Universidad y, posiblemente, de España. (28), (112).

Alcanzó gran prestigio como analista llegando a formar escuela, a la que pertenecieron **Rodríguez Moureau**, y **Fagés y Virgili**. Fue notable su preocupación por las técnicas de detección de adulteraciones en los alimentos y entre su bibliografía se encuentra una traducción, de 1846, del libro de **Julio Garnier** y **Ch. Horel** sobre “Falsificaciones de las sustancias alimenticias y medios de reconocerlas”. Tradujo diversas obras de Química, entre la que destaca la de **Fresenius**, “Compendio de Análisis Química Cualitativa” impresa en Barcelona en 1840. (199)

Trabajó bastante en el análisis de Aguas Mineromedicinales, estudiando, en 1849, las de Buyerés de Navas y en colaboración con **Manuel Sáenz Díez** publicó, en 1859, el “Análisis de las aguas de Escoriaza” y el “Análisis de las aguas sulfhídricas frías, sulfatado cálcicas, ferro manganíferas de los baños de Elorrio”.

La Real Academia de Ciencias le premió con medalla de oro un trabajo sobre la fermentación alcohólica, siendo admitido en esta institución con un discurso titulado “Constitución del individuo en química”, en 1868.

También trabajó para la industria y observando las variadas algas marinas de las costas del principado fue el iniciador de la extracción del yodo y de la preparación de la sosa en la costa asturiana. (28), (151), (65)

VICENTE MUNNER Y VALLS 1828-1879

Nació y falleció en Barcelona en 1828 y 1879, respectivamente. Estudió Química y Farmacia, leyendo su tesis doctoral en 1853 con el título “De la germinación, considerada principalmente en sus fenómenos químicos”



Vicente Munner y Valls
(1828-1879)

En 1851 fue nombrado sustituto de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada y en el año siguiente catedrático de Práctica de Operaciones Farmacéuticas de dicha universidad.

Pasó después a desempeñar esta cátedra en la Facultad de Barcelona y la de análisis químico en 1868. Se dedicó al estudio de las aguas minerales y fue nombrado académico de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona en 1861

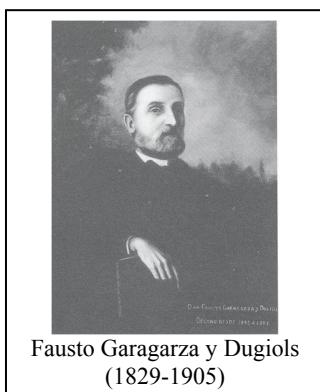
Publicó varios trabajos, entre los que podemos destacar: “Discurso de apertura del curso 1859 1860”, “Memoria sobre el verdadero origen e importancia del análisis químico”, “Memoria sobre aguas minerales”, “Una excursión a la Puda de Montserrat” (1863) y “Extracto de las lecciones explicadas en la cátedra de análisis químicos de aplicación a las ciencias médicas”.

FAUSTO GARAGARZA Y DUGIOLS 1829-1905

Nació en Fuenterrabía en 1829 y falleció en Madrid 1905. Sus primeros años trascurrieron en Francia al exiliarse sus padres debido a sus ideas liberales. Posteriormente, inicia sus estudios en Tolosa y trasladada su familia a Madrid hace las prácticas de farmacia en la “Botica del Buen Suceso” propiedad de **Francisco Caballero**.

Estudia Farmacia, siendo investido doctor en 1866 con el trabajo “Satisface o no las necesidades de la química la teoría tomística, y conveniencia o inconveniencia de la reforma que han hecho algunos químicos”. En algunos textos aparece que estudió Ciencias anteriormente, aunque no está confirmado. (199)

Su actividad académica comenzó al ser nombrado ayudante de Ampliación de Física en la Facultad de Filosofía de la Universidad Central en 1854. Pasa a la Universidad de Santiago de Compostela en 1867, dedicado a la enseñanza de la asignatura de Prácticas de Operaciones Farmacéuticas y en 1876 vuelve a la de Madrid como catedrático de Materia Farmacéutica Animal y Mineral de la Facultad de Farmacia y, posteriormente, a la Cátedra de Técnica Física y Análisis Químico, siendo elegido decano. (112)



Realizó numerosas actividades entre las que debemos destacar, la jefatura del Laboratorio Municipal de Madrid que recibió la visita de científicos de otros países. No había sido, el de Madrid, el primer laboratorio en instalarse, antes lo hizo el de Barcelona en el año 1864, siguiendo el modelo de los que desde 1789 se habían establecido en los municipios franceses con una doble función: la represión del fraude alimentario y la inspección de los productos y establecimientos fabriles.

Desde que los estudios científicos se habían institucionalizado en las facultades de Filosofía en 1845, los químicos, que a la vez eran farmacéuticos en su mayoría, habían efectuado un gran esfuerzo para defender la utilidad de su profesión, en la doble vertiente sanitaria social y de aplicación industrial. A partir del plan de estudios de **Claudio Moyano** de 1857, los químicos habían cobrado entidad universitaria propia y entraron en abierta competencia con los farmacéuticos e ingenieros industriales en lo que se refiere al control de alimentos y locales de preparación de los mismos.

La creación del laboratorio Municipal en 1788 sirvió para regularizar estas funciones y evitar abusos en los asuntos de su competencia, **Luis Justo y Villanueva** (1834-1880) fue el primer director, pues se encontraba comisionado en Madrid desde 1876 para estudiar el posible aprovechamiento de las aguas residuales de la capital. Era doctor en Ciencias e Ingeniero industrial y catedrático de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona, pero su trabajo al frente del laboratorio fue breve, ya que murió prematuramente en 1880 a la edad de 46 años. (199), (190)

Su sustituto fue **Fausto Garagarza y Dugiols** que dio un gran impulso a la recién creada institución, buscando igualar contenidos y medios de los laboratorios españoles con los europeos, y renovó la tradicional colaboración entre el Ayuntamiento y los farmacéuticos.

En el trabajo de **Francisco Javier Puerto Sarmiento**, (199) existen unos interesantes anexos en los que podemos comprobar que no se incluía el agua como uno de los productos que se pretendían analizar en el laboratorio, en el momento de su instalación en 1878, y que en la legislación utilizable, se incluía una Real Orden de 3 de febrero de 1863, “*por la que se autoriza la utilización de tuberías de plomo en las conducciones, al considerarlas inocuas para la salud*”. Quizás la calidad de las aguas potables no resultaba para las autoridades sanitarias de la época tan importante como lo es ahora.

Nada más tomar posesión del cargo, trasladó las instalaciones a la tercera casa consistorial, en la Costanilla de los Desamparados, mejorándolas notablemente y preparó un “Reglamento para el servicio público del Laboratorio Químico Municipal,” que regulaba la posibilidad de que cualquier ciudadano solicitase sus servicios, siempre que hiciera frente a las tarifas establecidas, diferentes si el análisis pretendido era cualitativo o cuantitativo. (112)

Fue director del laboratorio municipal durante 16 años, hasta 1896, durante este periodo emprendió el estudio y vigilancia de las aguas de abastecimiento de Madrid, estas buenas aguas orgullo de la capital que han costado grandes esfuerzos mantener.

En relación con la Hidrología Médica realizó el análisis cuantitativo del Balneario de Fortuna en 1859, utilizado para la inscripción en el censo de aguas minerales y termales, actualizándolo en 1870 y publicando el trabajo, “Análisis cualitativos y cuantitativos del agua mineral termal de Fortuna”.

Académico de Medicina, publicó varios trabajos como, “Desarrollo del método experimental en las ciencias” 1883, y un “Tratado de Física”. Como anécdota lo encontramos como **Iranzo** en la obra “El Árbol de la Ciencia”, este paisano de **Ba-roja** consigue, por su recomendación, que don **Pío** aprobara la química, después de un examen desastroso en el curso preparatorio de medicina. (245), (44)

GABRIEL DE LA PUERTA RÓDENAS 1839-1897

Nació en Mondéjar, Guadalajara, en 1839 y estudió el bachiller en el Instituto de San Isidro de Madrid. Cursó la carrera de Farmacia alcanzando el título de doctor en 1863. Ingresó en la docencia universitaria en

1871, desempeñando la cátedra de Química Orgánica aplicada a la Farmacia.



Gabriel de la Puerta Ródenas
(1839-1897)

Fue director del Laboratorio de Análisis Químico del Ministerio de Hacienda y Decano de la Facultad de Farmacia. Buen comunicador fue director de revistas científicas como los “Anales de Química y Farmacia” y “Monitor de la química y de la Farmacia”.

Publicó entre otras muchas obras: “Tratado de química orgánica general aplicado a la Farmacia”, (1870), “Tratado de Química Orgánica”, (1879), “Tratado de Química Inorgánica”, (1896), y “Principios generales de Análisis, conforme a las teorías modernas”. (1897).

Realizó análisis de aguas e incluso publicó en 1905 en Madrid el texto “Estudio químico y bacteriológico de las aguas potables”. (245), (151), (198)

JUAN RAMÓN GÓMEZ PAMO 1846-1888

Nació en Arévalo, Ávila, en 1846, estudiando segunda enseñanza en Madrid en el Instituto de San Isidro, terminando sus estudios en 1862. Licenciado en Farmacia en 1867, se doctoró al año siguiente.

Comenzó su docencia en 1870 como profesor auxiliar de la materia Ejercicios prácticos de Reconocimiento de Materia Farmacéutica. Accede a catedrático supernumerario en 1881 y propietario en 1882.

La producción literaria fue amplísima, con más de cincuenta artículos sobre materias farmacéuticas en revistas especializadas, publicó en 1870 un “Manual de Análisis químico aplicado a las ciencias médicas”.

En 1876 tradujo el libro “Nuevo diccionario de falsificaciones y alteraciones de los alimentos, y algunos productos empleados en las artes, en la industria y en la economía doméstica” de **Jean Leon Soubeiran** (1827-1892). También realizó análisis de aguas Mineromedicinales. (245), (199)

EUGENIO PIÑERUA ÁLVAREZ 1854-1937

Natural de Toro, Zamora, en 1854, estudió en el seminario de Valladolid y en la universidad de dicha ciudad, donde se licenció en 1871 en Ciencias Físico Químicas y donde alcanzó gran soltura en el empleo del latín y una preparación filosófica que se manifiesta en muchos de sus escritos. Más tarde se trasladó a Santiago de Compostela, donde logró la Licenciatura en Farmacia en 1873.

Como premio a haber desempeñado de forma gratuita la Cátedra de Historia Natural y Fisiología e Higiene en el Instituto Jovellanos de Gijón, el ministro de Fomento, a propuesta del rector de la Universidad, lo nombró profesor de Agricultura Elemental de dicho Instituto, cargo que desempeñó hasta 1879.

Accedió a la plaza de farmacéutico del Hospital Provincial de Oviedo, que ocupó desde 1879 a 1890, Compaginando esta labor con la de análisis de pólvoras y explosivos en las fábricas ovetenses de Santa Bárbara y La Manjoya, tarea que abandonó por motivos de salud.

En 1893 se traslada a la Universidad de Valladolid para explicar Química General. En 1901 es nombrado catedrático de Análisis Químico Especial del curso de doctorado de la Facultad de Ciencias de Madrid.

El Índice de Reactivos Usuales de Berlín tiene recogidos 15 reactivos con su nombre, siendo un analista de reconocido prestigio en todo el mundo.

Publicó en Oviedo en 1881 un folleto de 16 páginas con una “Memoria acerca del análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas minero medicinales de Borines. Infiesto”. (245)

Como decíamos al principio del capítulo, solo transcurrieron veinte años escasos entre el nombramiento del primer catedrático de Química Analítica en España y el año 1884, último de nuestro trabajo, por tanto no contamos con muchos personajes en nuestra galería de biografías, aunque hay algunos muy importantes para la Hidrología Médica tanto por su trabajo directo en el análisis de las aguas como por su labor como formadores de futuros analistas.

XI

Análisis Químico de las aguas en el Mundo

El control de la calidad del agua de bebida fue una ambición largamente deseada por las autoridades sanitarias interesadas en proporcionar un producto de calidad y con la suficiente seguridad sanitaria a las poblaciones que administraban. No le iban a la zaga, e incluso se adelantaron a este deseo, los estudiosos de las aguas mineromedicinales buscando conocer el porqué de las virtudes terapéuticas de estos manantiales.

Pero este análisis no resultaba fácil de realizar con los equipos y los conocimientos que disponían los analistas hasta el siglo XVIII y una prueba la tenemos en el texto del viajero e hispanista irlandés, **John Talbot Dillon**. Tuvo un escaño en el parlamento irlandés, aunque en la mayor parte del tiempo se dedicó a viajar por el extranjero dejando de lado las actividades políticas. Recorrió Italia y España.

Escribió varios libros sobre España y en su obra más conocida “Travels through Spain with a view to illustrate the natural history and physical geography of that kingdom in a series of letters”, cuenta como cuando visitó el balneario de Trillo y al querer conocer el análisis de las aguas recibió la siguiente respuesta del doctor **Casimiro Ortega**: “*Nos remitió al químico francés Pierre Joseph Macquer, y a otros químicos eminentes, quienes están de acuerdo en que los análisis del agua es la más difícil de las operaciones de química, ya que intenta descubrir esa composición, que la naturaleza al fluir y en etapas secretas, moldea el agua, y otras sustancias, en sus mociones mas sueltas*”. (254)



Pedro José Macquer
(1718-1784)

Este **Pedro José Macquer** fue un médico francés que se dedicó también con gran intensidad al estudio de la química, llegando a ser profesor adjunto de esta ciencia en la Academia de París. Fue el primero que identificó el arsénico como un verdadero metal y en su honor se dio en el siglo XVIII el nombre de sal de **Macquer** al arseniato potásico monobásico. (106)

Al hablar de la Química analítica hemos visto cómo la publicación en 1778 de la gran obra de **Torbern Olof Bergman**, “*De analysi aquarum*”, constituye la pieza

clave en el desarrollo del análisis cuantitativo de las aguas, siendo inmediatamente traducida al inglés y ampliada con análisis de aguas minerales suecas. (130)

Bergman no sólo creó métodos de análisis, sino que también introdujo el concepto de reactivo que nos es hoy tan familiar, definiéndolo como “*aquella sustancia que añadida a una solución muestra la presencia de ciertas sustancias mediante cambios de color inmediatamente o después de un corto periodo de tiempo*”. (236)

El químico sueco deseaba conocer la composición de las aguas y además quería comprobar la calidad de sus resultados analíticos, sintetizando las aguas posteriormente y fue capaz de aplicar sus conocimientos sobre las propiedades del dióxido de carbono y sus habilidades en el análisis para proponer un método de producir aguas minerales artificiales. (50)

Pero **Bergman** no era realmente el primero que se dedicaba a estos trabajos, pues hay noticias de varios antecesores, y así uno de los más detallados informes sobre el estudio de distintas aguas es el de un alumno de **Theophrastus Paracelso** (1493-1541) el médico **Leonhard Thurneysser** (1531-1596) que lo publicó en 1572 con el título “*Pison oder von kaltem, warmen minerischen und metallischen Wassern*”.

Pocos años después un trabajo de **Andreas Libavius** (1540-1616), publicado en 1597, ya indicaba que el análisis de las aguas minerales debía ser realizado cerca del manantial para que los “*spiritus*”, los componentes gaseosos, no se perdieran, veremos que algunos años después el médico hidrólogo español **Joaquín Eduardo Gurucharri** rechazaba la calidad de los análisis de algunas aguas españolas por carecer de este tipo de determinaciones. (236) (77)

Un siglo antes del tiempo que abarca nuestro trabajo, **Robert Boyle**, publicó en 1685 sus “*Memoirs of a natural history of mineral waters*”, que contenía sus aportaciones a los conocimientos que sobre este tema existían en aquel momento. (58)

Otra destacada publicación dedicada al análisis de las aguas es la del médico alemán, **Friedrich Hoffmann** (1660-1743) titulada “*Methodus examinando aquas salubres*”, publicada en 1703. En ella estudiaba la química de las aguas pero, como es natural, la parte médica de su libro es más importante, este autor era de la opinión de que las aguas eran unas substancias complejas que contenían un componente salino y otro etéreo. (236)

Durante los años 1778 a 1787, el análisis de las aguas naturales fue una tarea que interesó vivamente a los químicos y a los físicos, quizá porque ya se admitía que “*L'analyse des eaux minérales est une des recherches chimiques qui exige le*

plus de resources dans l'esprit de celui qui s'y applique" como decía la "Histoire de la Société Royale de Médecine" publicada en París en 1779. (51)

El autor de los artículos de química de la "Encyclopédie" de **Denis Diderot** (1713-1784) y **Jean d'Alembert** (1717-1783), el profesor de la Universidad de Montpellier, **Gabriel François Venel** (1723-1775), presentó varias memorias a la Académie des Sciences de París, donde estudiaba los fluidos desprendidos por las aguas minerales efervescentes. **Gabriel François Venel** separó y midió el "*aire sobreabundante*" de estas aguas e intentó imitar sus características mediante el empleo de mezclas de ácidos y álcalis, de modo semejante a como más adelante realizaría **Joseph Priestley**. (52)

El primer trabajo de este químico plenamente relacionado con los "*fluidos elásticos*" estuvo dedicado a los métodos de fabricación de aguas minerales efervescentes mediante el uso de *aire fijo*. Seguramente conoció los trabajos del médico **Joseph Black** a través de la obra del cirujano irlandés **David MacBride** (1726-1778) que había sugerido el uso del aire fijo para combatir el escorbuto. **Priestley** diseñó un aparato para preparar anhídrido carbónico y mezclarlo con el agua, que fue utilizado por algunos barcos británicos con este fin.

Decía el profesor **Francisco Bermejo Martínez** (1919-1992) que el análisis completo de un agua mineral comprendía: el examen de sus cualidades físicas, el análisis por medio de reactivos; es decir, el análisis cualitativo, el análisis por evaporación o análisis cuantitativo, frecuentemente dividido en el análisis de materias volátiles, y en el análisis del residuo y el examen de las propiedades médicas. (51)

Al principio, el análisis cualitativo se estudiaba principalmente como un arte, que consistía en la aplicación con destreza y habilidad de algunos métodos que se habían deducido empíricamente, a medida que la Química fue avanzando como ciencia, se ha demostrado que todos estos métodos se apoyaban en principio científicos. (79)

En el siglo XVIII comenzaban a utilizarse, aún de manera muy rudimentaria, las técnicas del análisis cualitativo y **Sigismund Andreas Marggraf** que fue uno de los más famosos químicos y farmacéuticos alemanes del período del flogisto, en su "Opuscules 2" relacionado con el examen químico del agua, adoptó ya la reacción con el azul de Prusia, ferrocianuro potásico, como prueba para reconocer el hierro en las aguas ferruginosas. (236)

El desarrollo del análisis cualitativo culminó con el establecimiento de la marcha analítica, que, propuesta en forma rudimentaria por **Andrés Livabio** (1540-1616) puede considerarse obra de varios analistas como **Christian Heinrich Pfaff**

(1773-1852), **Heinrich Rose**, **Klaproth**, **Frederick Pearson Treadwell** (1857-1918) y **Bunsen**, así como de **Remigius Fresenius** que resumió los conocimientos del análisis cualitativo en su “Anleitung zur qualitativen Chemischen Analyse” de 1841, que sirvió como libro de texto y consulta durante cerca de un siglo. (51)

Se sabe, que en 1778 se conocía la determinación de la cantidad absoluta de carbonato sódico que contenía la parte soluble del residuo de evaporación de las aguas naturales. El mismo **Lavoisier** hizo mención del método, **Bergman** lo describió, aunque no muy claramente y **Victor Amé Gioanetti** lo aplicó valorando con cantidades pesadas de ácido acético diluido, hasta el cese de la efervescencia, las aguas minerales de San Vicente y de Courmayeur en el ducado de Aosta en 1779. (116)

El primer texto completamente dedicado al análisis químico fue escrito por **Christian Heinrich Pfaff** titulado “Handbuch der analytischen Chemie”, publicado en 1821. En el capítulo dedicado al análisis de agua menciona que el método de evaporación y extracción es inferior al nuevo método recomendado por **John Murray**, consistente en determinar los principales componentes por adición de varios reactivos sin previa concentración de la muestra. (236)

El médico y químico escocés **John Murray** que había obtenido su Diploma en Medicina en St Andrews en 1814, siendo también Lecturer, profesor de química, materia médica y farmacia en Edimburgo, expuso, en 1816 en una Carta al Editor de los “Annals of Philosophy”, que las sales obtenidas en el análisis no eran necesariamente las disueltas en el agua. (130)

Parece ser que fue un profesor de química muy conocido y autor de dos libros “Elements of Chemistry” y “A System of Chemistry” que tuvieron varias ediciones. Sus revolucionarias propuestas aparecieron publicadas en el trabajo “Analisis of the Mineral Waters at Dunblane and Pitcaithly. Este manantial había sido descubierto recientemente y **John Murray** se propuso demostrar sus propiedades medicinales, utilizando una modificación del método de **Bergman** encontró en estas agua cloruro sódico, una pequeña cantidad de cloruro cálcico y sulfato cálcico, composición que no correspondía con las propiedades purgantes que tenían estas aguas.

No era el primero en reconocer estas anomalías, ante esta circunstancia otros habían propuesto que la eficacia de las aguas minerales se debía en gran parte al grado de pulverización de las partículas de sal en solución o alguna mística y no analizable propiedad que daba a las fuentes su eficacia.

John Murray explicó esta anomalía como una indicación de la necesidad de considerar las propiedades de la materia en disolución y explicó, que si daba el análisis como sulfato sódico y cloruro cálcico, las aguas de Dunblane tenían una composición acorde con sus efectos. Esta exposición estaba en desacuerdo con la ortodoxia química del momento que preconizaba la teoría de las afinidades desarrollada en el siglo XVIII.

El hidrólogo escocés realizó numerosas experiencias para explicar, de alguna manera, algo que quizás solo intuía y que con los conocimientos de su tiempo era imposible explicar. Faltaban setenta años de Historia de la Química para que **Svante Arrhenius** hablara de la existencia de iones en las aguas, verdaderos responsables de sus efectos.



August Wilhelm Hoffmann
(1818-1892)

Es una demostración de cómo desde diferentes orígenes se puede llegar a ideas similares, **John Murray** no era un fisicoquímico preocupado por las anomalías de las propiedades coligativas de las soluciones, sencillamente era un buen observador que necesitaba compaginar sus resultados médicos y químicos.

El profesor de Química del Royal Collage **August Wilhelm Hoffmann**, solucionó en parte el dilema de **Murray** presentando, en 1851, los análisis de las aguas de Londres, Kent y Hampstead en dos tablas una con los ácidos y bases, no como iones todavía, y otra con su posible estado de combinación en el agua. (130)

En esta línea de aplicación de la química analítica a las aguas minerales, tenemos que el análisis volumétrico de las de Seltz fue realizado en 1750 por **Gabriel François Venel** utilizando una solución patrón de ácido sulfúrico junto con un indicador, por primera vez, extracto de violetas para determinar el contenido de carbonato de las aguas.

La dureza de las aguas ha sido siempre tenida en cuenta, no sólo por los científicos, sino también por los usuarios que habían llegado a conocer sus efectos en las labores domésticas. Fue en el siglo XIX cuando distintos investigadores se dedicaron a estudiar la dureza del agua, que en aquellos momentos se determinaba de manera muy grosera, aunque en el siglo precedente algunos hombres de ciencia intentaron definirla y neutralizar sus efectos perniciosos.

En 1756, **Francis Home** (1720-1813) investigó el origen de la dureza y realizó una serie de experiencias con las sustancias que cuajaban el jabón. En su trabajo encontró hasta once agentes ablandadores como la “parte soluble de la cal”, que era la más importante seguida del aceite y del “espíritu del agua de mar”.

Fue en 1856 cuando el químico británico **Thomas Clark** (1801-1867) puso a punto el método que lleva su nombre, dejando definido el tipo de jabón a utilizar, el método de trabajo y la valoración del reactivo a partir de una solución de cloruro bárico. El método de **Thomas Clark** fue adoptado en Francia por el farmacéutico **Ch. Boutron** y el químico **F. Boudet**, que utilizaron el jabón de Marsella como reactivo. (99), (145)

El método hidrotimétrico de **Boutron** y **Boudet** se aplicó, pronto, a la higiene a la agricultura y a la industria, y su texto, premiado por la Academia de Ciencias de París en 1856, alcanzaba las siete ediciones en 1882. (54)

Como señala **Ferenc Szabadváry**, otra determinación de la dureza muy utilizada se realizaba con hidróxido sódico y carbonato sódico, método desarrollado por **Vince Wartha** (1844-1914) e **Ignác Pfeiffer** en 1882, que se mantuvo vigente hasta la introducción del EDTA por **Gerold Schwarzenbach** (1904-1978) ya en 1940. (236)

También en el análisis de las aguas se distingue otro farmacéutico del siglo XVIII, el francés **Simon Bolduc**, que entre otros trabajos interesantes para nosotros tiene el de haber sido el primero que encontró sulfato sódico en las aguas españolas de Vaciamadrid. (99)

Los farmacéuticos franceses tuvieron un gran protagonismo en estas fechas en el análisis de las aguas mineromedicinales y **M. Longchamps** fue pensionado por la Academia y el Estado para que realizara oficialmente los análisis de las aguas cuando se quería conseguir su clasificación como mineromedicinales y debemos al farmacéutico y profesor de Química de Lyon **M. Dupasquier** (1793-1848) el método para determinar los sulfuros volumétricamente mediante el yodo. (77)

Vemos como los químicos analizaban ya en el siglo XVIII las aguas minerales, pero en el siguiente, la atención había cambiado hacia al control de las de consumo público, desde el momento en que **John Simon** (1816-1904) demostró que algunas de las epidemias sufridas por ciudades industriales se debían al agua de la red.

Se necesitaba demostrar que la presencia de materia orgánica indicaba un peligro de contaminación y tenía que ser analizada. En 1865, **William Allen Miller**

(1817-1870) publicó el método para medir la materia orgánica existente en el agua por el consumo de permanganato potásico. (130)

La Química, como en otros muchos casos, había puesto en manos de los científicos un amplio abanico de técnicas para el control de la calidad de todo tipo de aguas con el consiguiente beneficio de los usuarios, ahora haremos un breve resumen de las biografías de alguno de estos pioneros

RICHARD KIRWAN 1735-1812

Nació en Irlanda en 1735, donde estudió y practicó la abogacía. Posteriormente en Dublín se interesó por las ciencias como un entretenimiento, principalmente el análisis químico. Falleció en Dublín en 1812.



Richard Kirwan
(1735-1812)

El principal motivo de su trabajo fue conseguir que los métodos de análisis de aguas de **Torbern Bergman** resultaran más rápidos y sencillos. Su trabajo fue publicado en Londres en 1799, con el título “An Essay on the Analysis of Mineral Waters”.

La primera parte del libro describe los compuestos que se pueden encontrar en el agua, en la segunda describe las pruebas que se pueden aplicar para identificar varios de ellos.

En su libro ya no utilizó la nomenclatura de los seguidores del flogisto y propuso un método para calcular el total de sales contenidas en el agua sin necesidad de un análisis cuantitativo. Este sistema se basaba en la determinación del peso específico, al que restaba una unidad y el resultado lo multiplicaba por 1,4. **Kirwan** reconocía que no era exacto pero el error no superaba el 1 ó 2 %.

Kirwan intentaba resolver el problema que ya inquietaba a muchos químicos, encontrar qué ácido y qué base habían reaccionado para formar la sal, así como su concentración, pero su método era irrealizable y complicado pues intentaba adelantar, a través del análisis de las aguas minerales, 85 años de la Historia de la Química. (236)

EDWARD FRANKLAND 1825-1899

Nació en Churchtown en 1825 y murió en Golas, Noruega en 1899. Tuvo como profesor a **Bunsen** en Alemania y se especializó en estudiar los compuestos órgano metálicos, al tiempo que inventó, en 1852, la teoría de la valencia que abriría la puerta a la tabla periódica de **Mendeléev**

Pero no es por estos importantísimos estudios por lo que traemos a este trabajo al químico inglés, sino por su gran trabajo iniciado en 1868, relacionado con la contaminación de los ríos de la industrializada Inglaterra, ya que desde 1865 a 1876 trabajó como analista oficial de las aguas de Londres.

Fue miembro activo de la comisión formada en 1868 para estudiar la contaminación de los ríos, el gobierno le proporcionó un laboratorio completamente equipado, en donde, durante seis años, llevó a cabo las investigaciones necesarias para conocer la contaminación de los cauces. (130)

Edward Frankland puso a punto un método para determinar carbono y nitrógeno en los residuos obtenidos por evaporación de muestras de agua, para calcular su contaminación, mediante oxidación con óxido de cobre y medida del anhídrido carbónico formado. (218)

Pero existieron otros muchos analistas dedicados al estudio de las aguas. El ya citado **William Allen Miller**, profesor de Química en el King College de Londres, publicó en 1865 su “Analysis of Potable Water” en el que incluía el análisis de materia orgánica, *putrefying matter*, verdadero problema en el caso del agua de la red, pero que ya se incluía en los informes de las aguas minerales. (130), (218)

Winslow Anderson publicó en 1889 un libro titulado “Mineral Springs and Health Resorts of California”, con un subtítulo que podríamos traducir como “con un completo análisis químico de cada una de las más importantes aguas minerales del mundo”.

El libro que utilizo para este trabajo es una versión facsímil adquirido este año y que carece de fecha de reimpresión. El texto recoge en veinte páginas los análisis de los principales manantiales europeos entre los que no se encuentra ningún español.

De los manantiales europeos analizados hay nueve franceses, uno de ellos realizado por la Academia de Ciencias de París. En Alemania se sitúan diez y ocho balnearios, con trabajos de analistas del prestigio de **Liebig**, **Bunsen**, **Hoffmann**, **Bauer**, y **Fresenius**, este en siete casos.

En la antigua Bohemia hay nueve manantiales analizados, y seis en Prusia con trabajos de **Liebig, Bischoff y Mohr**. En Inglaterra se sitúan siete balnearios con un trabajo de **Hoffmann**, y los restantes en Austria, Baviera, Moravia, Silesia, Bélgica y Suiza, en este país uno de los análisis lo realizó **Kekulé**.

El resto del libro está dedicado al análisis de casi doscientos manantiales californianos cuyos análisis están realizados, en su mayoría, por el autor del libro el doctor **Winslow Anderson**. (8)

El primer capítulo del libro de **Cristopher Hamlin** se titula “The most Difficult Operation in Chemistry: The Analysis of Mineral Waters”, exactamente las mismas palabras que hace más de doscientos años le dijo el químico **Casimiro Ortega** al viajero **John Talbot Dillon** cuando el viajero se interesó por los análisis de las aguas del balneario de Trillo. (130)

*“Dr Ortega, after referring us to Macquer, and other eminent chemists, who all agree, that the analysis of water, is the **most difficult operation of chemistry**, as it tends to discover that union, which nature by flow and secret steps, forms in water, and other substances, in its most occult and abstruse motions. (89)*

Esta frase, cuya traducción ya hemos utilizado anteriormente y que ahora incluimos literalmente, pone de manifiesto el respeto que siempre han tenido los analistas a una sustancia tan compleja, controvertida por sus propiedades, beneficios y peligros, que utiliza el hombre de manera continua confiado en que otros la conocen bien y la controlan.

Para ayudar a los que nos dedicamos a esta tarea clasificada como difícil, el análisis químico de aguas hay un texto de referencia y, en mi opinión, verdadera Biblia y libro de cabecera, es el “Standard Methods” en sus diferentes ediciones. La primera de ellas data de 1905 y cada edición presenta mejoras significativas de la metodología analítica.

Les faltaron veinte años a los analistas incluidos en este texto para disponer de tan valiosa herramienta de trabajo. Pero ya por entonces, existía una gran inquietud profesional en los Estados Unidos de Norteamérica por disponer de un texto de referencia y en 1880 se creó un comité especial en la Chemical Section of American Association for the Advancement of Science encargado de preparar métodos uniformes y eficaces para el análisis de las aguas.

El trabajo de este comité dio sus frutos y en 1889 el J. Anal. Chem 3:398 (1889) publicaba un trabajo titulado “A method, in Part, for the Sanitary Examination of Water, and for the Statement of Results, Offered for General Adoption”. El informe

se refería sólo a cinco temas: amonio libre y albuminoideo, capacidad de consumo de oxígeno, nitrógeno total como nitratos y nitritos, nitrógeno como nitritos y presentación de resultados. (15)

Hay que destacar que en este primer informe se manifestaba la necesidad de conocer químicamente la presencia de posibles contaminaciones microbiológicas a través de los metabolitos y la importancia de ofrecer una correcta presentación de los resultados.

En 1895, los miembros de la American Public Health Association reconocieron la necesidad de utilizar métodos bacteriológicos para el examen de las aguas y convocaron una reunión con especialistas en el tema para discutir el problema, creándose una comisión cuyo trabajo cristalizó en un informe presentado en 1897, “Proc. APHA 23:56 (1897), cuyas conclusiones fueron rápidamente aceptadas.

En 1899, la APHA nombró otra comisión encargada de ampliar los procedimientos estándar a todos los métodos utilizados en el análisis de las aguas y su informe se publicó en 1905 con el título de “Standard Methods of Water Analysis” e incluía métodos físicos, químicos, microscópicos y bacteriológicos para el análisis de las aguas constituyendo, realmente, la primera edición de los “Métodos Estándar”.

Periódicamente y con algunas variaciones en el nombre, han ido apareciendo sucesivas ediciones, con más contenido y facilidades de uso, hasta la actual edición número 21. Seguramente, los conocimientos y el espíritu de muchos de los analistas citados aquí citados fraguaron esta magnífica publicación.

XII

Análisis Químico de las aguas Mineromedicinales en España

Dicen los expertos que don **Marcelino Menéndez Pelayo**, director de la Biblioteca Nacional desde 1898 a 1912, fue el mayor polígrafo de España en su tiempo, reuniendo una biblioteca particular de más de 45000 volúmenes. En su obra “La Ciencia Española” que publicó el C. S. I. C. en 1953, (170), describe una serie de libros españoles escritos a lo largo del tiempo, y en el apartado de Ciencias Médicas y relacionados con el agua encontramos los siguientes autores y títulos:

Siglo XI: **Aben Guefith**. Célebre por sus grandes conocimientos en materia médica y en terapéutica escribió varios libros como: “De los medicamentos simples”, “Experiencias médicas”, “Tratado de las enfermedades de los ojos”, “Manual de terapéutica”, “Tratado del sueño” y “Sobre los baños”.

Siglo XIII: **Arnaldo Vilanova**. (ca. 1242-1311), Médico, teólogo y reformista social y religioso. Escribió muchas obras teológicas y médicas como “Introductio in librum Joachim de semine Scripturarum”, “Expositio super Apocalypsi” y “De adventu Antichristi”, entre las primeras; y “De conservanda iuventute et retardanda senectute”, “Tractatus de aquis medicinalibus” y “Contra calculum”, entre las segundas. (217)

Siglo XV: **Julián Gutiérrez de Toledo**. Nacido en Toledo en la segunda mitad de este siglo y muerto hacia 1520, es una de las figuras más representativas de la ciencia renacentista española. Escribió, en 1498, “Cura de la piedra y dolor de la ijada y cólico renal”, destacando la importancia de los baños minerales artificiales. (217)

Siglo XVI: Don **Marcelino Menéndez Pelayo** no indica ningún texto, pero podemos añadir que en esas fechas proliferaron los libros llamados de los “Secretos”, con recetas de baños para aplicarse en multitud de dolencias, aunque es cierto que en el índice no aparecían con el nombre de baños, seguramente, por la no muy buena prensa que en esos momentos tenía la Hidroterapia. (193)

El primer libro de secretos propiamente dicho es el “*I secreti del reverendo donno Alessio Piemontese*”, obra que se convirtió inmediatamente en un éxito de ventas. Don **Alessio** se transformó en un personaje popular a lo largo y ancho de toda Europa, gracias a las docenas de ediciones que se publicaron en todos los idiomas europeos. En total, se han contabilizado más de cien ediciones entre 1555 y 1699. (203)

La tercera de las traducciones al castellano del Piamontés fue publicada en 1563 viendo la luz en Zaragoza. Realizada a partir de la primera edición italiana, el único ejemplar conocido se conserva en la Biblioteca Nacional de Francia, la traducción aragonesa se reimprimió, al menos, en siete ocasiones, transformándose en la versión elegida para divulgar los secretos de Piamontés en la Península Ibérica y las colonias americanas durante toda la Edad Moderna.

En realidad, **Alessio Piamontese** es una invención del popular **Girolamo Ruscelli** (1500-1566), escritor profesional empleado por uno de los más prestigiosos sellos editoriales venecianos, los Valgrisi.

Siglo XVII: **Isaac Cardoso** (1603-1683) Médico y Filósofo hispanoportugués. Escribió un tratado de Hidroterapia en latín sobre las “Utilidades del agua y de la nieve, del beber frío y caliente”, impreso en 1637, dedicado a Felipe IV; en él sigue las doctrinas del médico sevillano **Nicolás Monardes** (1507?-1588). (217)

Siglo XVII: **Alfonso Limón Montero**, nacido en Puertollano en 1628. A los 48 años de edad, en 1676, escribe su importante obra: “Espejo cristalino de las aguas de España” de publicación póstuma, en 1697. (147a), (217).

Siglo XVIII: **Francisco Fernández de Navarrete**. Nacido en Granada en los últimos años del siglo XVII, escribió un texto de largo título contra los abusos del método hidroterápico: “El Nereo director, y juez medicinal, entre las verdaderas, y supuestas virtudes, y uso legitimo del agua pura, elemental, natural, en sanos, y enfermos, como bebida, y como medicina, con cuyos claros, y importantes avisos condena una perniciosa practica, de curar con el agua natural, contra las reglas, y preceptos de la Medicina” impreso en Granada en 1719. (255)

Con este texto se inició la llamada *polémica del agua*, puesto que al autor le replicaron mediante escritos anónimos y a su defensa acudieron textos, también sin nombre del autor, con tono incluso agresivo.

La polémica retornó en 1735 con la publicación de la obra de **Juan Vázquez de Cortés**, “Medicina en las fuentes: Corriente de la Medicina del agua: purgas sin corriente”, en la que se mostraba partidario del empleo del agua como remedio te-

rapéutico, a la que contestaron mostrándose contrarios **Alonso Cornejo** en su libro titulado “Respuesta a un papel apologético que con el título medicina en las fuentes y purga sin corriente sacó el doctor Juan Vázquez de Cortés”, publicado en Granada en 1735” e **Isidro Mastrucio** con las “Apuntaciones contra la universalidad y abuso de las aguas que expresa y practica el Sr Juan Vázquez de Cortés”, publicado en Sevilla en 1735. (102), (217)

Juan Vázquez de Cortés había remitido una copia a **Benito Jerónimo Feijoo** y **Montenegro** pidiéndole su parecer, y el monje satisfizo su deseo en carta de 2 de julio de 1735, que se encuentra recogida en el primer tomo de la “Cartas eruditas”. En dicha carta aprobó la obra y fue de la opinión de que el remedio del agua valía más que los purgantes, de cuya utilidad y aun daños estaba convencido, creyendo con el autor, que si bien el agua no cura todos los males, era auxilio generoso de todos ellos. (92), (130a).

Se trata de la Carta Decimotercera remitida al médico, **Juan Vázquez de Cortés**, que había enviado a **Jerónimo Feijoo**, su “Tratado sobre las utilidades del Agua, bebida en notable copia, y contra los Purgantes”. En la citada Carta el monje dice: “*Muy señor mío: Recibí con sumo aprecio, y lei con igual gozo el Tratado de las Utilidades del Agua, tanto caliente, como fría, que Vmd. ha trabajado, y con que me regala. Mucho tiempo ha, tengo noticia del uso, que han hecho de ella algunos Médicos en varias enfermedades, administrándola en gran copia, y de los felices sucesos, que han logrado a favor de esta medicina. Pero nunca vi la práctica*”.

“*Son naturalismos los buenos efectos, que sus protectores le atribuyen; pues parece ser, que el agua bebida en gran cantidad, no puede menos de diluir los humores coagulados, o dispuestos a coagularse, embebiendo juntamente varias sales perniciosas al cuerpo humano, con cuyas dos operaciones es consiguiente, que en muchos casos produzca bellos efectos*”.

“*En ocasiones, es menester mayor dosis de agua. La objeción de que algunos enfermos, tratados con este remedio, murieron, es en sumo grado despreciable. Mueren muchos que se sangran, muchos que se purgan, muchos que toman la quina, y muchos que usan del más ajustado régimen. Quid inde? Proscribanse todos los remedios, pues ninguno hay, después de cuyo uso no muriesen muchos. Como se me verifique, que de doce enfermos deplorados, o incurables con los remedios comunes, uno se restituye con el uso del agua, basta para aclamarle por un gran remedio o invención divina*”.

En este litigio también encontramos a **José Ortiz Barroso**, que había estudiado medicina en Sevilla, y que escribió en 1736, “Uso y abuso del agua potable”, obra

aprobada por los profesores **Toribio Cote y Cobián**, decano del Claustro medico de la Universidad de Sevilla e **Isidro Mastrucio** catedrático de vísperas de la citada universidad.

Es obligado mencionar al médico **Vicente Pérez** que publicó en 1752 un libro impreso en Toledo y dedicado al **marqués de la Ensenada**, que le dio gran fama y el sobrenombre del *médico del agua*, con el dilatado título de “El promotor de la salud de los hombres sin dispendio el menor de sus caudales. Admirable methodo de curar todo mal, con brevedad, seguridad y a placer. Disertación histórico-critico-medico-practica en que se establece el agua por remedio universal de las dolencias”. (217)

Cuenta **Folch Jou** que este libro: “*que más tarde se demostró haber sido escrito por el Padre Vicente Ferrer, hace del agua la panacea universal, no siendo de extrañar que la obra tuviera una gran acogida entre el público ingenuo, y se hicieran bastantes reediciones*”. (102)

Dos años después apareció otro libro, teóricamente escrito por el médico **Joseph Ignacio Carballo de Castro**, dedicado al **conde duque de Luna** (1697-1761) y publicado en Pamplona con el título, “El médico de si mismo modo practico de curar toda dolencia con el vario, i admirable uso del agua”. Parece que todo era un montaje de los dos médicos con el agustino, escritor de fácil pluma, que acabó desenmascarando en 1757 el mismo **Carballo** en un libro titulado “La verdad desnuda, Arcanidades del médico de sí mismo, descubiertas a la luz del desengaño”. Algo se podía prever de este enredo cuando **Joseph Carballo** en la portada de su libro “El médico de sí mismo” indica que fue “*dispuesto*” por él mismo, no escrito o compuesto.

La personalidad de **Vicente Ferrer Gorraiz Beaumont** (1718-1792), que utilizó el seudónimo de **Antonio Aguilar**, resulta más rica de lo que puede parecer por estas acciones descritas, fue primero fraile agustino y luego exclaustrado voluntario, tuvo una rica producción editorial de la que destacamos, por su relación con nuestro tema, la titulada “Nuevas propiedades de la sal. Dissertación phísico-médica en que se demuestran las incomparables virtudes de la sal de la laguna de La Higuera”, también dedicada a su protector el Excmo. Sr. D. **Joseph Moñino, Conde de Floridablanca**, en 1780. (217)

Tenemos que destacar una idea, aun sin un conocimiento completo de la composición de las aguas mineromedicinales, su utilización llamó mucho la atención de los médicos españoles, como lo muestran los párrafos anteriores, esto ocurría sólo veinticinco años antes de que se conociera la naturaleza de esta sustancia por la

obra de **Antoine Lavoisier** y se pusieran los cimientos de su análisis por **Torbern Bergman** en 1779.

El catedrático de Hidrología Medica y Académico de Medicina, don **Manuel Armijo Valenzuela** dice, que: *a partir del Renacimiento las curas termales empiezan a modificarse y la aparición de la imprenta favoreció enormemente la difusión de los conocimientos en esta materia.* Además de los autores citados por **Menéndez Pelayo**, añade a **Alfonso Chirino** (1365-1429), médico de **Juan II de Castilla** (1406-1454), que escribió un tratado sobre aguas medicinales y a **Luis Mercado** (1525-1611), que en 1574 describió, en una obra, varias fuentes de la península. (23), (217)

En el año 1699 el médico de Vitoria, **Juan Bautista Martínez de Zalduendo**, apodado **Aguirre**, publicó un folleto titulado “Libro de los Baños de Arnedillo y Remedio Universal” dedicado a don **Pedro de Lepe y Dorantes** (1641-1700), obispo de Calahorra. Este obispo, natural de Sanlúcar de Barrameda, escribió un “Catecismo católico, en el cual se contiene la explicación de todo lo que un cristiano debe saber para su salvación”. El obispo **Pedro de Lepe** fue un hombre muy culto, su nombre figura en el “Catálogo de Autoridades de la Lengua”, publicado por la Real Academia de la Lengua Española y de su persona viene el dicho “*saber más que Lepe*”. (217)

En su opúsculo **Aguirre** incluye un análisis cualitativo de las aguas donde cita la existencia de azufre, alum, sal, salitre, vitriolo, bolo Arménico y yeso. Tales compuestos podrían alarmar a los usuarios de estas aguas en nuestros días, pero el autor, a la luz de los conocimientos de su época, sólo explica la presencia de cloruros, sulfatos, azufre y hierro. (165).

Realmente, sólo el texto de **Alfonso Limón Montero** reúne análisis de manantiales españoles, aunque con las limitaciones debidas a la falta de conocimiento de esta ciencia en aquel momento. Este catedrático de vísperas de Medicina en la Universidad de Alcalá escribió la obra que puede considerarse la fundadora de la Hidrología española, siendo notable por su erudición y recta interpretación, teniendo en cuenta el tiempo en que fue escrita. (147a).

El ejemplo de **Limón Montero** fue seguido por gran número de médicos, culminando en **Pedro Gómez de Bedoya y Paredes** (1699-1776), que después de dirigir más de 3000 cartas impresas a médicos y farmacéuticos, y costear viajes por España a dos médicos durante un año, inició su “Historia universal de las fuentes minerales de España”, de la que sólo se publicaron dos de los seis tomos de que debía constar, (1764-1765). En cuanto a los análisis, hay que tener en cuenta que fue después de su trabajo cuando la Ciencia Analítica efectuó sus grandes avances.

Gómez de Bedoya siguió el método de **Friedrich Hoffmann**, realizando experiencias con el agua, el sedimento y el residuo seco por evaporación. (102), (217), (119).

Los datos recogidos en esta obra son de extraordinario valor y quizás pueda considerarse superior a la de **Limón Montero**; pero no nos detenemos más en su comentario ya que su fecha de aparición es anterior al período que vamos a repasar.

El doctor **Jean François Coste** publicó un “Tratado práctico de la gota” al que se le añadió en la versión española el “Tratado de las aguas minerales” del doctor **Ramón Tomé**, publicado en Alcalá en 1791. En este apéndice se aprecia una cierta envidia por los avances realizados en Hidrología en otros países europeos y el deseo de mostrar el gran potencial de las aguas españolas describiendo las de todo el país.

El autor reunió información de los balnearios españoles, agrupándolos por regiones e incluyendo unas breves notas analíticas de tipo cualitativo e incluso sólo organoléptico. (241), (202), (217)

En los años que recoge nuestro trabajo se publicaron otros libros dedicados íntegramente al análisis de Aguas Mineromedicinales como el del doctor **Carlos Auban y Bonell** titulado “Tratado de Aguas Minero-Medicinales ó Guía para su estudio, análisis y aplicaciones terapéuticas”, publicado en Madrid el año 1859. Pocos datos he podido encontrar de este autor, solamente en la portada de su libro se presenta como “*doctor en medicina y cirujía, miembro de varias academias y corporaciones científicas nacionales y extranjeras, condecorado con la cruz de epidemias, etc., etc.*”. (37)

La obra está dividida en catorce capítulos, dedicando varios al análisis químico de las aguas; al de tanteo, al cualitativo, al cuantitativo y al volumétrico; a las formas generales de los cuerpos que se encuentran en las aguas, a las *confervas* y demás productos orgánicos.

El autor indica que; “*ya que no es posible el practicar el análisis en el mismo manantial, al menos haremos un análisis de tanteo que nos servirá de mucho para dirigir con más acierto el que hagamos luego en el laboratorio*”.

Repasando el contenido del análisis de tanteo, encontramos que no es, ni mucho menos, fácil de realizar; pues incluye determinaciones por vía húmeda y seca e incluso el uso del soplete. El análisis cualitativo incluye la extracción de los gases sobre una cubeta de mercurio y el estudio del agua filtrada y del residuo.

El análisis del filtrado lo realizaba mediante una marcha analítica e incluso estudiaba las coloraciones de la muestra dispuesta en un asa de platino sometida a la llama de la lámpara de alcohol. En cuanto al análisis cuantitativo el autor conviene que: “*necesita mas conocimientos químicos que el cualitativo, por lo complicado y difícil de sus operaciones*”.

Bajo el nombre de *confervas* el autor dice que: *con este nombre se conocen ciertos productos vegetales que se desarrollan en las aguas pertenecientes á la familia de las algas, criptógamas de Linneo, y que han sido descritas con las denominaciones de sustancia vejeto-animal, glerina, materia colorante extractiva, animal o zoogenada, también se le ha dado el nombre de termalina, neresina*”.

Este autor incluye un capítulo dedicado a la clasificación de las aguas, describiendo las de varios autores extranjeros y la de **Pedro María Rubio** (1801-1868), cuyo libro había sido publicado seis años antes, concluyendo que no existe ninguna completa y él prefiere usar, de manera genérica, el nombre de mineromedicinales para designar estas aguas.

También el doctor **Francisco Álvarez Alcalá** publicó en 1850 un “Manual de las Aguas Minerales de España y Principales del Extranjero”, la gran biblioteca de este autor que fue el primer gran legado a la Biblioteca de Medicina de la Universidad Central consistente en 626 obras en 1114 volúmenes. (6), (7).

En este capítulo dedicado a las aguas españolas serán, principalmente, los médicos directores de los establecimientos los que nos darán noticia de los resultados analíticos, bien recogiendo en sus memorias los datos de los analistas, la mayoría ya citados, bien incorporando los de sus propios trabajos.

Como en casos anteriores para reseñar a los autores utilizaremos el orden cronológico de nacimiento y será la magnífica obra de **Leopoldo Martínez Reguera** la base principal de este capítulo. (164)

Este autor dice, en el prólogo de su libro, refiriéndose al origen de los datos incluidos en él: *“Desde la creación del Cuerpo balneario en 1816 vienen los médicos Directores obligados á presentar una Memoria anual, y desde 1868 otra extraordinaria, que por millares debieron ser custodiadas en el Centro superior de Sanidad como trabajos científicos y administrativos, á pesar de lo cual son escasas las que se conservan”*.

Está claro que la historia de los Balnearios y sus manantiales está en estas memorias que son imprescindibles para conocer la situación de los análisis que en ellas se incluían. Además disponemos de un nuevo complemento para este trabajo, como

es el Catálogo realizado por don **Juan Antonio Méndez Aparicio**, Director de la Biblioteca de Medicina de la Universidad Complutense desde 1991 a 2004, que dejó casi concluido antes de su fallecimiento. (169)

Como dice el profesor **Francisco Maraver**: “*el Reguera sólo recoge hasta 1888 y el Catalogo de Juan Antonio Méndez Aparicio constituye un inmejorable complemento pues de sus 3829 obras catalogadas 949 no están recogidas en el Repertorio de Reguera*”. (169)

Estos dos libros nos han sido de gran utilidad para confeccionar las biografías de los científicos que trajeron este tema y que exponemos a continuación abarcando el período escogido para nuestro trabajo. “*La biografía es la madre de la Historia, la cual se reduce a una serie de actos personales*”. La frase es el comienzo del prólogo de la obra de **Leopoldo Martínez Reguera**, no sé si tiene en nuestros días la rotundidad que le da el historiador de la Hidrología Médica, pues hoy las personas estamos más difuminadas en lo que se llama globalización, pero lo que sí es innegable, es que para el estudio de una parcela acotada de la Ciencia pretérita, las biografías nos son imprescindibles.

JUAN DE DIOS AYUDA

Poco sabemos de su vida y así lo dice **Anastasio Chinchilla Piqueras** (1801-1876) en sus “*Anales históricos de la medicina en general y biográfico bibliográfico de la española en particular*” de 1846, que hay que suponer se escribiría pocos años después de la desconocida fecha de fallecimiento de este autor. (80), (217)

Este médico hidrólogo del siglo XVIII nació, probablemente, en Baeza. Después de revalidarse como Médico se estableció como titular en Guadix, pasando después a Graena como Director de sus baños, cargo que desempeñó por espacio de tres años. Fue el gran estudioso ilustrado de las propiedades medicinales de los más importantes manantiales de Andalucía y descubridor en concreto de los Marmolejo.

Su obra “*Examen de las aguas medicinales de más nombre que hay en las Andalucías: en que se da noticia de la situación contenidos, virtudes y método con que deben usarse las de cada fuente*”, se publicó en tres volúmenes, el primero en 1793 en Baeza y los otros dos en Madrid en 1794 y 1798. Aunque por las fechas de publicación la obra se encuentra dentro de los límites de nuestro trabajo, por su forma de tratar los temas es una descripción de tipo ilustrado.

En su texto incluye una visión pormenorizada del territorio donde se encuentran las fuentes y se detiene en la catalogación de la flora del lugar especificándola con

nombres vulgares y científicos. Entiende que: “*es más poderosa la observación constante de sus efectos que el conocimiento de sus mineralizadores*”.

En el prólogo el autor dice que comunicó los resultados de sus análisis a don **Casimiro Gómez Ortega** y éste lo dirigió al catedrático de química del Real Laboratorio de Madrid **Gutiérrez Bueno**, quien le manifestó algunos reparos, que se han satisfecho repitiendo los experimentos. El autor se muestra conocedor de los recientes avances de la analítica y de las obras de **Gabriel François Venel, Jean-Baptiste Monet, caballero de Lamarck** (1744-1829), **Bergman, Scheele y Fourcroy**. (102)

Por su labor, para el buen conocimiento de los manantiales y sus aplicaciones terapéuticas, fue premiado con el nombramiento honorífico de Subinspector General de las Aguas Minerales de España, de pocas consecuencias para la investigación hidrológica. (80), (210), (214), (217)

GREGORIO BAÑARES BARRENECHEA 1761-1824

Nacido el cinco de junio de 1761 en Ábalos fue hijo de Domingo de Bañares y María Barrenechea. Estudió sus primeras letras y Gramática Latina en Peñacerrada y, posteriormente en Madrid; Matemáticas, Física experimental, Botánica, Zoológica, Mineralogía, Química y Farmacia.

Participó en el año 1786 en los primeros exámenes públicos de Botánica que hubo en España, en presencia del ministro de Estado, **conde de Floridablanca**, de los demás Ministros del gobierno, de los embajadores extranjeros y de un concurso numeroso, obteniendo el título de Boticario.

Entró a formar parte de la Real Academia Médica de Madrid en el año 1788 e hizo la primera oposición pública a las cuatro plazas vacantes en la Botica Real en 1789, obteniendo la primera plaza.

Junto con **Pedro Gutiérrez Bueno**, que le desbancó en su primera oposición a la plaza como catedrático de Química en 1787, emitió las censuras científicas y los dictámenes finales sobre los estudios monográficos sobre plantas americanas presentados por **Hipólito Ruiz** para su ingreso como Académico de Medicina en 1795.

La presentación de la memoria de **Hipólito Ruiz** sobre el *bejuco de estrella* ante la Real Academia Médica de Madrid en 1804, hizo que la institución madrileña nombrara a los censores que tendrían que valorar este trabajo. Como **Tomás García Suelto** (1778-1816) y **Gregorio Bañares**, académicos los dos, ya habían estudiado,

otros trabajos farmacológicos de **Ruiz** fueron encargados de tal cometido y ambos informes fueron favorables, incluso el de **García Suelto** llegaría a elogiar la capacidad investigadora de **Hipólito Ruiz**. (120)

En 1791 **Bañares** publicó dos Memorias en el tomo I de las de la Academia Médica de Madrid, una sobre “Las preparaciones de la quina”, un trabajo fundamentalmente químico práctico, introduciendo el uso de la tintura obtenida por extracción en frío, y la otra sobre “Un medio de preparar artificialmente las aguas minerales y usarlas con preferencia á las naturales, y sobre como componer las minerales, impidiendo que el hierro se oxigene mucho y se separe de ellas”. (121)

El estudio de la quina como remedio febrífero fue realizado en su aspecto químico por los farmacéuticos **Gregorio Bañares** y **Andrés Alcón Caldúch** (1782-1850); y los clínicos por los médicos **Ramón Llord**, **Francisco Ruiz** y **Blas Llanos**. En su primera toma de contacto con el este vegetal y aunque dispusieron de poca cantidad de muestra pudieron encontrar según su informe de 1818: “*una cantidad considerable de principio extractivo amargo dominante, resina, poca goma y tanino y la parte fibrosa o leño*”.

En 1796 le hizo el Rey boticario mayor del ejército y en 1814 le nombró Director de la Junta de farmacia.

A lo largo de su vida publicó bastantes libros comenzando en 1791, en Madrid, con una “Disertación fisico-química y análisis de las aguas minerales de la Casa de Campo de Sumas Aguas”, realizados por él y los boticarios de cámara de S. M., don **José Enciso** y don **Casto Ruiz del Cerro**. (217)

Su obra más importante fue la “Filosofía farmacéutica ó la Farmacia reducida á sus verdaderos principios” editada en Madrid, el año 1804, y reimpresa en 1814 dedicada al Serenísimo Señor don **Antonio de Borbón** infante de España.

Según **Martín Fernández de Navarrete** (1765-1844): “*Todos los adelantamientos de las ciencias naturales se aplican en esta obra con sumo juicio, tino y discernimiento á una de las Facultades, cual lo es la Farmacia, más importantes á la conservación de la vida de los hombres y á la curación de sus enfermedades y dolencias. El aprecio que de ella han hecho los sabios nacionales y extranjeros califican su mérito, así como su utilidad la enseñanza y adelantamientos que proporciona á los que se dedican á tan útil profesión*”. (95)

También fue muy interesante su “Memoria sobre las ventajas y utilidades de la quina buena y perjuicios de la mala, y de los medios de reemplazar este precioso

específico en los casos de Tercianas y carestía de él”, editada en Madrid en la Imprenta Real, en 1807.

Parece que conocía la química de los metales pues a su memoria de las aguas ferruginosas se añade la “Apología del Mercurio y Demostración de la Verdadera naturaleza de los compuestos que se originan en él”, publicado también en la Imprenta Real en 1816.

En 1820 publicó la “Memoria científica sobre la naturaleza, usos y virtudes extraordinarias del bálsamo samaritano o aceite común, del de Malats, y otros semejantes”, en Madrid y en la imprenta que fue de **Alejandro Gómez Fuentenebro** (1799-1865).

Pero sin duda el libro que más nos interesa desde el punto de vista de la Hidrología fue el titulado ”Análisis del agua mineral de los baños de la Fuensanta, ó hermanos, sitos en la dehesa de Villafranca propia de la encomienda de la Clavería de Calatrava en la Mancha, precedida de una Memoria sobre la verdadera clasificación de la aguas minerales, etc.”, publicado en Madrid, en la imprenta de D. **Leonardo Núñez de Vargas**, el año 1820 a expensas de su alteza Real el Infante don **Carlos María de Borbón**.

Según comenta el autor fue escrito “deseando facilitar los análisis de agua para que cualquier profesor de las tres ramas de la Medicina pueda a lo menos adquirir un conocimiento bastante aproximado de la clase, orden, género y especie a que pertenece.”

En el largo título de su libro a lo ya dicho añade “con el método de preparar los reactivos más esenciales, y algunas observaciones, que se interponen después, que manifiestan los defectos é infidelidad de varios reactivos tenidos por los químicos como los más seguros”.

El autor fija un número determinado de reactivos, 18, como la tintura de tornasol y la de violetas para determinar la alcalinidad o acidez; la tintura de agallas y el cianuro potásico para determinar la presencia de hierro, el agua de cal para el anhídrido carbónico, el acetato de plomo para el sulfídrico, el nitrato de bario para los sulfatos, el espíritu de jabón para las sales terreas, el bicarbonato para las bases terreas y el nitrato de plata para la búsqueda de cloruros.

En el texto, **Bañares** hace inicialmente historia del análisis de las aguas minerales, destacando los trabajos de **Gioanetti, Proust, Vauquelin y Bergman** del que dice “llevó el análisis de dichas aguas a un grado de perfección que jamás habían tenido”. Este farmacéutico murió en Madrid el día 3 de Marzo de 1824

IGNACIO GRAELLS Y FERRER 1775-1856

Nació en Balaguer y estudió en el colegio de los escolapios de Lérida cursando posteriormente tres años de filosofía en la Universidad de Cervera, cuatro de medicina en la de Huesca y uno en la de Valencia. Los dos años de clínica los hizo en Madrid, estudiando simultáneamente química y botánica, obteniendo la licenciatura en 1800 y la dirección de los baños de Caldas de Montbuy en 1817.

Para conseguir esta plaza se había presentado a la primera oposición de 1816 en la que además de los siete médicos que constituyeron el tribunal, actuó como miembro asociado don **Higinio Antonio Lorente**, profesor de medicina y ex catedrático de Química del Real estudio de Medicina Práctica de Madrid, “*para el examen de la parte química*”. (80)

Se estuvieron realizando exámenes orales individuales a los opositores desde el 15 de octubre de 1816 hasta el 1 de abril del año siguiente. Las calificaciones posibles eran tres: sobresaliente, bueno y mediano, correspondiendo a cada una de ellas, respectivamente, 21, 14 y 7 puntos, y don **Ignacio Graells**, alcanzó una puntuación de 15 en el examen que realizó en marzo de 1817. (164)

Analizó las aguas de su Balneario en 1823 y 1840, ilustrando, en 1824, al farmacéutico francés del ejército de ocupación, **Mr. Borda**, cuando visitó aquellos manantiales formando parte de una comisión química dedicada al estudio de estos remedios terapéuticos. Su trabajo fue elogiado por este farmacéutico y por el doctor **Helbecque**, cirujano mayor del ejército, en el “*Journal Universel des Sciences médicales*” (vol. 38, 1825), y en el “*Journal de Médecine pratique*” (vol.2, 1830).

Presentó a la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona, en 1827, una memoria sobre un termómetro hidrostático metálico de su invención. A petición del Intendente de Cataluña realizó un informe sobre los establecimientos balnearios del Principado que fue muy elogiada por la Real Academia de Medicina y Cirugía.

En los años 1840 y 1844, desempeñó la labor de envasar y remitir diariamente a Barcelona el agua mineral de la fuente del León para el baño de la reina **Isabel II**. Sus conocimientos de química debían ser bastante elevados, puesto que la Lonja de Barcelona le nombró catedrático de Química de la Real Junta de Comercio, cuando ocurrió el ya citado accidente del profesor **Carbonell** que le dejó ciego, **Graells** no aceptó el cargo por no perder la plaza de médico de baños siendo adjudicada a **Josep Roura**. (90)

Tuvo una abundante producción escrita de la que destacamos sus: “Noticias del magnetismo y sus efectos portentosos sobre la economía animal” de 1816, “Observaciones sobre las fuentes de Caldas de Montbuy y propiedades físicas de las aguas” en 1828, “Ensayos prácticos en las aguas de Caldas de Montbuy con varios reactivos”, en 1829, “Análisis directa de las aguas de Caldas de Montbuy”, en 1830 y “Resumen de las aguas minerales de Caldas de Montbuy en 1840. (164)

Fue padre de **Mariano de la Paz Graells Agüera** (1809-1898) máximo representante de la ciencia isabelina en el ámbito de las ciencias naturales y director de los baños termales de La Puda, en Esparraguera desde 1835, como veremos posteriormente. Don **Ignacio** falleció en 1856 siendo enterrado en el cementerio de Caldas. (18)

JUAN BAUTISTA FOIX Y GUAL 1780-1865

Nació en Barcelona en 1780 y falleció en Teià (Maresme) en 1865. Obtuvo su licenciatura en Medicina en 1807 en su ciudad natal, siendo discípulo de **Francisco Carbonell y Bravo**, participando como médico en la Guerra de la Independencia.

Fue nombrado catedrático supernumerario del Real Colegio de Medicina y Cirugía de Barcelona en 1820 y en 1825, catedrático de número de Terapéutica en la Facultad de Medicina de Barcelona. Se dedicó fundamentalmente al estudio de la farmacología y también impartió clases de Química mientras estuvo vigente el reglamento de 1827, jubilándose en 1863. Fue presidente de la Real Academia de Artes y Ciencias de Barcelona de 1842 a 1843.

Actuó como discípulo y ayudante de **Francesc Piguillem** (1770-1826) cuando vacunaba de viruela en 1800 con linfa procedente de Londres y París preparada por el doctor **Juan Epps**, médico director de la Real Sociedad Jenneriana e Institución de Vacuna de Londres.

Publicó un “Arte de recetar y Formulario práctico conforme a las lecciones públicas dadas en el Real Colegio de Medicina y Cirugía de Barcelona” del que se hicieron tres ediciones en 1835, 1843 y 1855.

En 1840 publicó “Noticia de las aguas minerales más principales de España”, como apéndice del “Curso de Materia Médica o Farmacología. El Tratado está dividido en tres secciones, en la primera trata de las propiedades terapéuticas de las aguas enumerando sus virtudes y eficacia. En la segunda, de los baños con todas sus formas y variantes, y en la tercera describe las principales aguas minerales, mencionando 86 fuentes españolas y 74 de los Pirineos franceses con el objeto de darlos a

conocer a los españoles que no podían acudir a los baños catalanes por la guerra civil. (19), (217)

También tradujo, en 1856, los cuentos de **Christoph von Schmid** (1786-1854) con el título de “Cuentecitos para niños y niñas”, publicados por Piferrer, obra originalmente escrita en alemán y traducida del francés al castellano por el doctor **Juan Bautista Foix**.

JOSÉ TORRES 1787 c- 1852 c

Debió de nacer a finales del siglo XVIII, cursando tres años de Filosofía en la Universidad de Cervera y los seis de la carrera de Medicina en Zaragoza.

Ingresó como teniente en el ejército a principios de la guerra de la Independencia, participando en 18 acciones militares, siendo hecho prisionero y conducido a Francia. No desaprovechó su tiempo, pues cursó Medicina en las facultades de Estrasburgo y de Argens.

En 1817 se le adjudicó la plaza de medico de Hervideros de Fuensanta y la de Villar del Pozo, quedando al frente de ambos establecimientos hasta su muerte. Se había presentado en la oposición de 1816 únicamente optando a la plaza de Ledesma, pero a pesar de sus magníficos 19 puntos fue superado por **Pedro Pablo Montesino** (1781-1849) que fue a quien se le adjudicó este establecimiento.

Analizó los manantiales de ambos balnearios en 1821 y 1822 respectivamente, escribiendo una “Memoria sobre las aguas medicinales de los Hervideros de Fuentesa” publicada en 1821 en la que firmaba como capitán y medico director. (217)

Fue medico titular de Alcázar de San Juan y Tomelloso, en donde residió el resto de su vida, debiendo fallecer hacia 1852.

MIGUEL BALDOVÍ Y PALLARÉS 1792-1868

Nació en Fuente la Higuera en 1792. Recibiendo el título de Médico en 1816 por la Universidad de Valencia. Cuando contaba 24 años de edad se presentó a la oposición al cuerpo de Baños de 1816 “*a todas las plazas del Reyno de Valencia, Murcia y Andalucías*”, obteniendo, gracias a sus 16 puntos, la plaza de Bornos en 1817, este era el Médico que anónimamente menciona **Pascual Madoz** (1806-1870) en su diccionario, “*que solo estuvo un año, no considerándolos bastante importantes, y por las dificultades que ofrecía el pago de su dotación*”. (155)

Por Real Orden de 11 de agosto de 1818 sería trasladado desde Bornos a la plaza de Lanjarón, donde estaría hasta 1836, año en que fue trasladado a los baños de Graena, Granada, en los que se jubiló en 1862. (122)

Analizó las aguas de Lanjarón en 1824 y 1833, los primeros análisis fueron calificados por **Leopoldo Martínez Reguera** como muy deficientes, sin embargo los segundos fueron muy aceptables para su época. (159)

También analizó las aguas de Graena en 1845 y 1857, escribiendo un “Ensayo químico de las aguas y baños minerales de Lanjarón”. (164)

El profesor **Maraver** recoge en su trabajo la existencia de una “Disertación de las aguas y baños minerales de Lanjarón, correspondiente al año 1824” y otra “Sobre los baños de Lanjarón” de 1833, que **Baldoví** dejó manuscritas. (159)

Desde 1847 formó parte de la Junta Provincial de Sanidad de Granada hasta que se jubiló en 1866, falleciendo en Granada a principios de 1868 a los 76 años de edad.

CARLOS MESTRE Y PORCAR 1792-1855

Nació en Valencia en 1792, realizando sus estudios en aquella Universidad, alcanzando el Título de Doctor en 1817.

Desde ese mismo verano de 1824 comenzó a desempeñar el puesto de médico titular de las aguas de Puertollano, aunque de manera interina, hasta entonces había sido médico titular de la localidad de Villarrubia de los Ojos.

Dos años más tarde, el 17 de mayo de 1826, **Carlos Mestre y Porcar** era nombrado director titular tras haber superado la oposición de ese mismo año, pues sus trece puntos fueron suficientes para alcanzar el primer lugar de los que optaban a este puesto.

La complicada situación del momento se ve reflejada en el texto que incluye **Martínez Reguera** en el apartado sobre su situación política. “*Fue oficial de la milicia en Villarrubia de los Ojos, alistado por el ayuntamiento y no espontáneamente, no habiendo vestido el uniforme ni hecho ningún servicio, pidiendo su exclusión por inútil y manifestando siempre su adhesión a la causa justa del Altar y del Trono por lo que fue declarado por el Comandante general de la Mancha no comprendido en el Real decreto de 8 de Octubre de 1823*”. (164)

Durante casi tres décadas ejercerá su puesto y dejará una huella indeleble en la pequeña historia local, falleciendo en 1855, a consecuencia del cólera contraído al asistir al vecindario.

Fue autorizado por la Junta Suprema de Sanidad para investigar el estado de los Baños de Fuencaliente, adjudicándosele la también la dirección de este Balneario en 1835. Realizó el análisis químico de los manantiales de Fuencaliente, del que **Reguera** dice que aunque incompleto era “*el único que se ha publicado de ellos*”. (83), (217)

MARIANO JOSÉ GONZÁLEZ CRESPO 1794-1868

Nació en Córdoba en 1794, empezando sus estudios en Granada en 1805. Residió en Granada como médico militar encargado del Estado Mayor.

En 1825 visitó el Balneario de Lanjarón, preparando su oposición de ingreso en el Cuerpo de Médico Director en la politizada oposición de 1826, en la que optaba a la plaza de El Molar, consiguiendo sólo 8 puntos, parece que no llegó a trabajar en este establecimiento.

Sí consiguió plaza en la oposición de 1829, en cuyo tribunal parece que no se incluían personas con formación específica en Química y donde se modificó el sistema de puntuación, dándose 3 puntos a los considerados medianos en el ejercicio, 6 para los buenos y de 6 a 10 para los sobresalientes.

Optando, preferentemente, a Archena, Trillo y Saelices, obtuvo una magnífica puntuación de 54 sobre 60, que le proporcionó la de director de Trillo.

Autor de numerosos tratados sobre las aguas del Balneario de Trillo, fue el verdadero artífice de su promoción y desarrollo, puesto que acometió, a lo largo de un dilatado mandato, las definitivas reformas y la organización del centro, que llevaron a los Baños de Trillo a ser muy frecuentados y conocidos en toda España, y hacia 1840 recibían una afluencia de cerca de mil usuarios. (217)

Estando destinado ya en Madrid, publicó en 1840 su “Memoria de las aguas minero medicinales de Lanjarón, provincia de Granada”, trabajo que tuvo gran repercusión y fue utilizada en la preparación de oposiciones al cuerpo. (157)

Otras publicaciones relacionadas con la Hidrología Medica fueron: “Beneficio que reportan a la salud pública y riqueza nacional el importante y utilísimo ramo de las aguas minerales”, en Madrid en 1838, “Tratado de varias aguas mineromedicinales”

nales de España”, en Madrid en 1842 y “Noticia de los efectos que han producido las aguas minero medicinales de Trillo en la temporada de 1847”. (164)

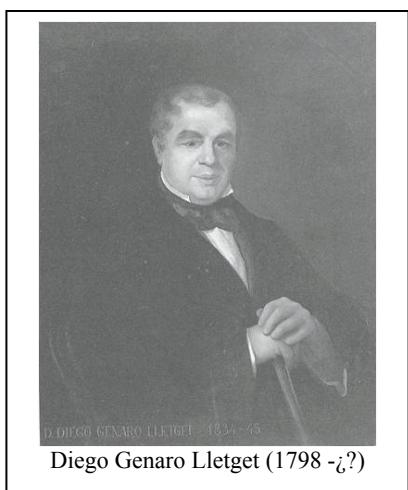
En 1829 fue nombrado académico de la Real de Medicina y posteriormente de la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

DIEGO GENARO LLETGET PEREZ DEL OLMO c.1798 - ¿?

Nacido en Arenas de San Pedro. Nombrado Catedrático en 1824 se encargó de las enseñanzas de Farmacia Experimental del Real Colegio de San Fernando de Farmacia de Madrid.

De tendencia conservadora, sustituyó a los catedráticos constitucionalistas en 1824 y fue cesado durante la Revolución de 1840. El 8 de octubre de 1834 fue

nombrado Jefe local hasta 1836, pasando a ser bibliotecario interino durante cuatro años. Redactó cuidadosamente en 1839 los catálogos de autores, materias y topográfico, consiguiendo una gran mejora en el funcionamiento del centro que permanecía abierto para los alumnos de 9 a 11 de la mañana. (101)



Pidió permiso para ir a Francia para tratarse de una afección de oído, el permiso le fue concedido, pero no pudo reincorporarse a su puesto al ser cesado por motivos políticos. En 1848 donó su biblioteca particular a la que ya era Facultad de Farmacia, haciendo constar su condición de ex catedrático.

Practicó, junto con el farmacéutico **Vicente Santiago Masarnau**, el análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas de los Baños viejos de Arechavaleta, y con **Antonio Moreno** los de Cestona en 1845, por encargo de su propietario don **Luciano de Porcel Valdavia, marqués de San Millán**; ambos resultados los recogen **Pedro María Rubio y Pascual Madoz**, respectivamente. (63), (155), (217).

También, junto con **Antonio Moreno**, realizó en 1846 en el laboratorio de Madrid el análisis fisicoquímico de las aguas de Quinto de Ebro, incluido en la Memoria de 1849 del doctor **Carlos Viñolas**, que colaboró en los trabajos y a cuyas expensas se practicó. En la memoria se incluye la descripción del método, totalmente gravimétrico expresado en granos por 20 libras de agua mineral.

Junto con D. **Vicente de Masarnau** y D. **Juan Pedro Blesa** mantuvo una fuerte polémica con por D. **Juan Bert**, por el análisis que hicieron los primeros de una cera vegetal, que incluso se recogió un opúsculo publicado en Madrid en 1853.

CRISTÓBAL RODRÍGUEZ SOLANO 1800-1860

Nació en Guadalupe, Cáceres en 1800, estudiando en la Universidad de Salamanca tres cursos de Filosofía, uno de Matemáticas Sublimes, otro de Astronomía, cuatro de Instituciones Médicas y dos de Medicina clínica; obteniendo los títulos de Licenciado y Doctor en 1827.

En la oposición de 1829, optó a la plaza de Alange, pero sus 51 puntos sólo le dieron el primer lugar para a plaza de director de los Baños de Villavieja, que permutó por los Montemayor. Después de varias vicisitudes con sus destinos se le concedió, en 1839, la de Caldelillas de San Miguel, con la condición de presentar en el término de dos meses una memoria sobre dichas aguas con su análisis, trabajo que remitió en Noviembre de aquel año. El análisis lo realizó en ese mismo año, en compañía de los profesores **Meneses, Serrano y Canto**, médico el primero y farmacéuticos los otros de Ciudad Rodrigo. En 1845 realizó la medida del yodo de este manantial, acompañado por el doctor **Ildefonso Santos Morán**, en otros documentos aparece como **Moreno**, catedrático de Física y Química de la Universidad de Salamanca. (164), (217)

Posteriormente, pasó a Montemayor hasta su fallecimiento ocurrido en el Balneario en 1846. Publicó en Cáceres, en el año 1850, el texto “Virtudes medicinales y análisis del agua minero-medicinal de Baños”.

Escribió también “Memoria ó sea disertación médico quirúrgica sobre las aguas minerales de Alange” de 1829, que se encuentra, como manuscrito, en los Fondos antiguos de la Universidad Complutense.

Su amplia formación le permitió ser el último catedrático de Astronomía de la Universidad de Salamanca, y desempeñar una cátedra de Matemáticas Sublimes en la Facultad de Filosofía de Valencia, renunciando a ella en 1846 por preferir la dirección del Balneario. (164)

PEDRO MARÍA RUBIO y MARTÍN DE SANTOS 1801-1868

Nació y falleció en Madrid en 1801 y 1868. Su formación fue bastante completa, pues siguió tres cursos de Latín y Humanidades en las Escuelas Pías de San Fernando, dos de Filosofía y Matemáticas en los Reales Estudios de San Isidro y uno de Física y Química en el Colegio Imperial de la Compañía de Jesús. Posteriormen-

te, estudió Medicina en el Colegio de San Carlos, obteniendo su Licenciatura en 1823. (164)

También, en 1816 siguió dos cursos de Botánica General en el Real Jardín Botánico y en el Real Museo de Ciencias Naturales, tres de Zoología y Anatomía en 1820, 1821 y 1826.

Don **Pedro María Rubio** es uno de los ejemplos de hombre polifacético en su profesión, de él se puede decir que fue Doctor en Medicina y Cirugía, Cirujano de Cámara de Sus Majestades, miembro del Consejo de Instrucción Pública y del de Sanidad del Reino y Miembro de gran número de sociedades científicas y literarias nacionales y extranjeras. Como Medico de Cámara de S. M. la Reina Cristina, la siguió al extranjero durante su destierro, abandonando sus intereses en España, que no eran pocos

Como hemos dicho, perteneció a varias sociedades científicas y así fue miembro de número de la Real Academia de Medicina y Ciencias naturales de Madrid, 1829, y fundador de la Real Academia de Ciencias Físicas y Naturales de Madrid, 1847. Podemos añadir que fue también académico de número de la Real de Medicina y Cirugía de Castilla la Nueva, correspondiente de las de Sevilla y Cádiz, individuo de las Reales Sociedades Económicas de Amigos del País de Madrid y Sevilla, Miembro de la Sociedad extranjera establecida en París para estudiar el cólera, de la de Naturalistas y Médicos de Alemania, de la Médico-Quirúrgica de Berlín, Vocal de la Junta Superior de Sanidad de Madrid y su Provincia etc.,

También le encontramos en el Acta de la junta extraordinaria de la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País del 31 de octubre de 1835, de la que era socio, en la que se trata de la creación de un ateneo científico y literario a imagen del que funcionó en Madrid entre 1820 y 1823.

En 1834 apareció la Gaceta Médica de Madrid, a cuya redacción pertenecía **Pedro María Rubio**. En 1839 actuaba como secretario de la Sociedad Económica de Amigos del país de Madrid, de la que era protector el serenísimo señor don **Francisco de Paula de Borbón y Borbón Parma** (1794-1865), infante de España y director **Joaquín Vizcaíno**, marqués viudo de **Ponteros** (1790-1840).

En su versión de hombre de negocios le tenemos en la fundación de la Sociedad mercantil de Aulencia, Falcó y Compañía, que tuvo lugar en 1845 siendo los socios don **Pedro María Rubio y Martín de Santos**, pues su padre tenía propiedades en Valdemorillo con explotación de tierras refractarias, don **Vicente González y González** y don **Juan Falcó y Badenes**, los dos primeros como socios capitalistas y **Falcó Badenes** como socio industrial

Como político fue Diputado a cortes por Valdemoro, en la legislación de 1850, de él un cronista coetáneo decía: “*No sabemos si tiene tanta calma como su señor hermano, pero sí que es un hipocrático de mucho crédito, aunque tenaz en política, pues siempre quiere ajustarla con aquel aforismo llamado exterminador... Omnia secundum rationem facienti si non succedat secundum rationam non est transeundum ad aliud...*”

Como persona inquieta por la ciencia, lo encontramos como suscriptor a la Historia de España de **Modesto Lafuente y Zamalloa** (1806-1866) editada en 30 volúmenes en Madrid, desde 1850 a 1867.

Entre sus obras filantrópicas destaca la creación de un premio en la Real Academia de Medicina para socorro de las viudas y huérfanos de los Médicos Rurales y otro para la mejor obra de Medicina Española.

En su faceta sanitaria, encontramos el trabajo en el que por primera vez, en 1848, se llevó a cabo una estadística de los dementes del reino, recuento del número de enfermos, un trabajo, elemental como publicación científica, que tuvo al menos el mérito de dar cuenta a la Administración de la existencia del problema.

Su relación con la Hidrología Médica comienza con su oposición en 1829 a la plaza de Director del Real Establecimiento de Aguas y Baños minerales de Archeña, que consiguió con sus 57 puntos y del que fue su tercer Médico Director, desde 1829 hasta 1836 en que dimitió por no haber percibido su sueldo desde el año 1831. **Reguera** apostilla que “*unido esto a otros casos antiguos, prueba que siempre anduvo algo olvidado este deber oficial*”. (164)

Siendo Vocal y Secretario de la Junta Superior Gubernativa de Medicina y Cirugía, encargada de la inspección de las aguas minerales; decidió en 1840 publicar un tratado de las aguas minerales de España. Para obtener información envió, en Abril de dicho año un cuestionario a los Médicos Directores de los Baños en el que se les pedían los siguientes datos:

1. El nombre, con la distinción de aguas minerales o baños
2. La jurisdicción o distrito municipal en que se hallan
3. El partido judicial
4. La provincia y circunstancias topográficas, incluidas la longitud y latitud y altura sobre el nivel del mar
5. Noticias de las fuentes o manantiales con su situación, modo de brotar, naturaleza del terreno y caudal de agua.

6. Las propiedades físicas de esta, como el color, olor, sabor, transparencia, desprendimiento de gases, depósito de materias sólidas, temperatura y peso específico.
7. Las propiedades químicas, deducidas de la análisis, con expresión del nombre de quién o quiénes la practicaron y su profesión, año en que se hizo y el resumen de ella arreglado a la más reciente nomenclatura.
8. Clasificación del agua por su temperatura y por su análisis químico.
9. Virtudes medicinales, refiriéndolas a las propias de las aguas de su temperatura y composición, y añadiendo lo que tienen de notable o de particular y como específico, la enfermedad o enfermedades de la mayoría de los bañistas que a ellas concurren.
10. Modo de usar las aguas.
11. Temporadas señaladas para su uso.
12. Indicación de la categoría oficial del Médico-Director a quien están encomendadas.
13. Antigüedad de la fuente, monumentos que la comprueban, e historia del establecimiento.
14. Distancia de la localidad a las grandes poblaciones más inmediatas y a Madrid.
15. Medios para ir al establecimiento, itinerario, coste del viaje.
16. Baños, su disposición, número, destino, precio y demás circunstancias.
17. Hospedaje, en que consiste, número de habitaciones, su disposición, número, mueblaje y precios.
18. Salas de reunión, música, bailes, juegos, paseos y recreos de toda especie.
19. Sitios notables de las inmediaciones y excursiones a ellos.
20. Hospitales u hospicios para pobres y cuarteles.
21. A quién pertenecen en propiedad las aguas, baños y hospederías.
22. Producto anual del establecimiento a su dueño o dueños.
23. Concurrencia de bañistas en cada uno de los últimos cinco años.
24. Clasificación de los concurrentes por su condición social.
25. Numerario que deja anualmente en el país la concurrencia.
26. Nombre del director anual del establecimiento

Con toda esta información confeccionó el “Tratado sobre las Aguas y baños minerales de España” que es un monumento hidrológico en el que además de los aspectos científicos abunda en datos administrativos, estadísticos, económicos e históricos. (164)

Lo comenzó en 1840 y fue publicado en 1853, en el texto relaciona 188 Balnearios y 1187 manantiales. De los establecimientos hay 108 con análisis completos y 25 incompletos, y 26 ensayos sulfhidrométricos. Las aguas, las clasifica según su

temperatura y composición química, dando noticia de sus indicaciones terapéuticas. Los analistas fueron 37 Médicos Directores de Baños y 49 Químicos y Farmacéuticos. (158)

NICOLÁS SÁNCHEZ DE LAS MATAS 1803-1869

Nació en Béjar en 1803, estudiando Filosofía y Medicina en la Universidad de Salamanca, alcanzando el Título de Licenciado en 1826 y el de Doctor en el Real Colegio de San Carlos de Madrid en 1828.

En la oposición de 1829 sólo consiguió 49 puntos, por lo que se le otorgó la plaza de Saelices, pasando en 1836 a la de Archena en cuyo cargo falleció en 1869, después de sufrir destituciones por la Junta revolucionaria de Murcia y amenazas de jubilación por parte de la propiedad establecimiento.

Escribió un oficio de seis páginas al señor Secretario de la Real Junta Superior Gubernativa de Medicina y Cirujía, “Sobre las aguas de Archena”, manuscrito y firmado en Baños de Archena, a 16 de octubre de 1838, dando cuenta, entre otras cosas, de la inundación de los baños por la avenida del Segura ocurrida a las doce de la noche del 3 de octubre. (148)

En 1844, el Banco de San Fernando realizó una propuesta para mejorar los baños que no estaban en la forma debida, pero al no mejorar, en 1846, **Sánchez de las Matas** elevó una exposición a su Majestad, describiendo en términos crudos la situación y en la que denunciaba cómo *los 110000 reales aprobados dos años antes para mejoras, nunca se hubiesen ejecutado*. (168)

Escribió diferentes trabajos relacionados con la Hidrología, destacando su análisis, en 1846, de las aguas de Archena, plasmado en la “Memoria sobre los baños y aguas minerales de Archena” y la defensa de la institución de Medico Director en su memoria de 1867. (217)

También fue catedrático de Instituciones Filosóficas en la Universidad de Salamanca en 1827, plaza a la que renunció por incompatibilidad al ser nombrado Director de Archena.

Al final de su vida estudió Derecho constitucional y publicó en 1862 en Madrid un texto de título “Carácter y Principios de la instrucción de los Príncipes”

Desde 1830 fue socio extranjero de la Academia Linneana de Ciencias Físicas y Químicas de París, y de la Academia de Emulación de Ciencias médicas de Madrid. (164)

JOSÉ HERRERA RUIZ 1805 c-1873

Nació en Madrid, graduándose como Bachiller en Medicina en 1824 en Alcalá de Henares, de Bachiller en Cirugía Médica en 1826 en el Colegio de San Carlos, de Licenciado en Cirugía Médica en la Universidad de San Carlos en 1830 y como Doctor en Medicina y Cirugía en 1847.

En 1833 se presentó a la oposición y obtuvo el primer lugar en la terna de Panticosa y fue nombrado Director de estos Baños desde donde pasó a Arnedillo en 1850, volviendo al Balneario aragonés en 1862, permaneciendo a su frente hasta su fallecimiento en 1873.

Analizó varias veces las fuentes del Balneario altoaragonés, consignando los efectos sedantes de las fuentes del Hígado y de las Herpes. En 1845 publicó, en Madrid, una “Memoria acerca de las aguas y baños minerales de Panticosa, que comprende la descripción topográfica del Valle de Tena, la historia de dichas aguas y del establecimiento con expresión de su miserable aspecto antiguo y de las muchas comodidades que ofrece en la actualidad, las propiedades físico- químicas y la análisis química de las mismas, sus virtudes medicinales, modo de administrarlas”. (173)

Fue vocal de la Comisión encargada, en 1841, de redactar un reglamento de baños y de la nombrada en 1849 para hacer el Manual de las aguas minerales de España. El primer tomo con el nombre de “Hidrología médica española” fue declarado, en 1851, propiedad del estado, y mandado imprimir, aunque nunca se hizo.

Perteneció como numerario a la Real Academia de Medicina de Madrid desde 1861, y como corresponsal a las de Barcelona y Zaragoza. (164)

MANUEL RUIZ DE SALAZAR Y FERNANDEZ 1808-1882

De procedencia burgalesa, nació en Salazar el 17 de abril de 1808. Estudió Medicina en Valencia y Madrid, Filosofía en Burgos y Valladolid; Física Experimental, Química, Botánica, Griego y demás ciencias auxiliares en Valladolid, obteniendo el grado de Licenciado en 1838 y el de Doctor en 1846.

Fue médico de la Diputación provincial de Madrid en 1838, de la Milicia Nacional de Madrid de 1839-1843, médico consultor del Ministerio de Hacienda en 1845. Elegido Diputado a Cortes en 1853-1854 y Concejal del Ayuntamiento de Madrid en 1865. Recibió la cruz de Isabel la Católica en 1862.

Ocupó, como médico-director interino, la plaza del Establecimiento Balneario de Montemayor en 1846. En 1847, previa oposición frente a nueve contrincantes, fue nombrado médico-director en propiedad de los Establecimientos Balnearios de Ontaneda y Alceda en Santander, pasando en 1880 al de Panticosa, en Huesca, cuyo cargo desempeñaba al fallecer en Madrid en 1882.

Escribió varios trabajos sobre las aguas de Ontaneda, recibiendo el premio del Real Consejo de Sanidad por su obra "Descripción geográfica y topográfica del valle de Toranzo en la provincia de Santander y observaciones hidrológicas sobre los baños y aguas hidrosulfuradas de Ontaneda y Alceda", publicada en Madrid en 1850. (217)

También se le conoce un trabajo titulado "Contragéplica del Dr. D. **Manuel Ruiz de Salazar**, á la réplica que el farmacéutico Sr. D. **José Salvador Ruiz** publicó en agosto de 1863 contra la refutación á su memoria intitulada análisis química de las aguas minerales de Alceda"

Fue Socio numerario de la Real Academia de Medicina de Madrid en 1854. También fue miembro de la Sociedad de Medicina de Burdeos y de la Real Academia de Bruselas en 1845, y de la Sociedad de Hidrología Médica de París en 1857. Socio fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica en 1877, de la que fue su presidente desde 1878 hasta su muerte, si bien su participación en las sesiones científicas no fue muy asidua

Formó parte de la Comisión de Redacción del Manual de las aguas minerales del Reino en 1847 y del Anuario oficial de las aguas minerales de España de 1876-1877. (164)

MARIANO DE LA PAZ GRAELLS Y DE LA AGÜERA 1809-1898

Nació en Tricio, Logroño en 1809, recibió el Grado de Bachiller en Filosofía en 1827, en Barcelona, habiendo realizado durante este periodo una disertación sobre las aguas minerales.

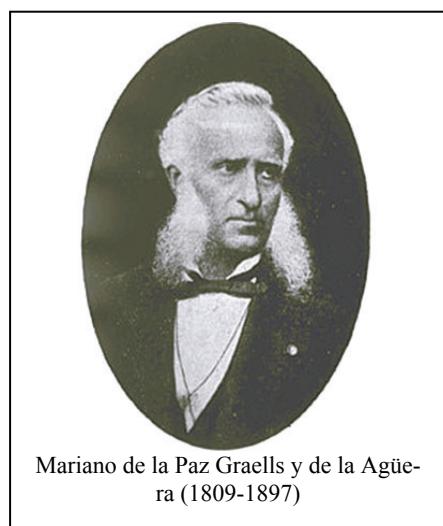
Cursó los siete años de carrera en el Real Colegio de Medicina y Cirugía, alcanzando el título de Licenciado en 1834 y el de Doctor al año siguiente. Más tarde, en 1846, se licenció y doctoró en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central.

Su creciente reputación jugó en su favor a la hora de ser nombrado director de los Baños Termales de Puda en Esparraguera. Desde 1835, y durante doce años, **Graells y de la Agüera** detentó el puesto que finalmente tuvo que abandonar por problemas de compatibilidad con su función docente en la Universidad, al optar por

la Cátedra de Zoología del Museo de Ciencias de Madrid, ganada en 1838, cuando, en 1846, se aplicó con todo rigor la ley de incompatibilidades. (18), (217),

Al tomar posesión del Balneario citado, analizó sus aguas en el laboratorio del catedrático de farmacología doctor **Juan Bautista Foix y Gual** (1780-1865), en 1841 fue nombrado vocal de la Comisión encargada de redactar el nuevo reglamento de Baños.

Cuando se le otorgó la Cátedra en propiedad, se ocupó de la reorganización de la sección e inició la elaboración de un catálogo sistemático de las colecciones zoológicas del Museo, centro del que sería nombrado director en 1851.



Mariano de la Paz Graells y de la Agüera (1809-1897)

durante un baile celebrado en palacio.

La actividad de **Graells y de la Agüera** al frente del Museo estuvo marcada por el enriquecimiento de las colecciones zoológicas, de manera especial en lo que respecta a la fauna ibérica. Pese a haber descrito infinidad de nuevas especies de insectos, su nombre ha quedado asociado, de manera muy especial, al de una mariposa, la *Graellsia isabellae*, descubierta en 1848 durante una de sus excursiones campestres por los extensos pinares del Sistema Central. El naturalista realizó la descripción del hasta entonces desconocido animal y dedicó la nueva especie a la reina **Isabel II** quien, agradecida, lució un ejemplar del lepidóptero engarzado en un colgante du-

Perteneció a numerosísimas academias y sociedades nacionales y extranjeras, **Martínez Reguera** incluye en su libro 88 títulos de sus publicaciones, además de las memorias hidrológicas, y se excusa de no poder incluir toda las publicaciones de este catedrático, que llegó a ser el número uno del escalafón general de de España, permaneciendo en activo hasta los ochenta y ocho años. (164)

MIGUEL MEDINA Y ESTÉVEZ 1809-1874

Al repasar la biografía de este Médico Director del Cuerpo de Baños encontramos ciertas discrepancias entre la escrita por **Leopoldo Martínez Reguera** y la de **José Gutiérrez Galdó**. Para el primero nació en Granada en 1809, mientras que para el segundo lo hizo en 1808 en la castellana villa de Arévalo. (129)

Para el primero de sus biógrafos estudió Latín y Filosofía desde 1821 a 1824 en Granada, mientras que para el segundo lo hizo en su pueblo natal y luego en Madrid a donde pasó a vivir al quedarse huérfano de padre.

El historiador de la Hidrología Médica lo sitúa estudiando Medicina en Málaga y Granada, obteniendo el título de Licenciado en 1831 y el de Doctor en 1842. **Guatiérrez Galdó** le tiene matriculado y estudiando con becas en la Facultad de Medicina de la Universidad Central al tiempo que aprende alemán, inglés, francés e italiano. Ambos biógrafos, ya de acuerdo, mencionan como alcanzó el título de Doctor en Medicina y Cirugía en Madrid en 1844.



Miguel Medina Estévez
(1809-1874)

En 1838 se le adjudicó el establecimiento de Lanjarón, después de reñida oposición en la que alcanzó el número uno, plaza que detentó hasta 1869, en que pasó a Archena. **Medina Estévez** ya había desempeñado esta labor como interino en la temporada de 1835, siendo Médico Titular del pueblo. (159)

En 1840 analizó las aguas minerales de Lanjarón, estas determinaciones tuvieron larga vigencia, veinticuatro años, y una gran repercusión, no en balde son las reflejadas por **Pascual Madoz** en su conocido diccionario y en el “Tratado completo de las fuentes minerales de España” de **Pedro María Rubio**. (155), (217)

Ya en 1861 examinó los siete manantiales en unión con el doctor **Francisco de Paula Montells y Nadal**, catedrático de Química de la Universidad de Granada, en cuyo laboratorio se realizaron los análisis que también tuvieron gran repercusión y fueron incluidos en el “Anuario Oficial de las aguas minerales de España” de 1877 de **Marcial Taboada de la Riva** (1837-1913). (237)

Publicó varios trabajos relacionados con su profesión como “Compendio de las aguas y baños minerales de Lanjarón” en 1840, “Memoria de las Aguas y baños de Lanjarón” en 1841, “Reumatismo crónico y su tratamiento hidromineral” en 1847, “Tratamiento hidromineral de las bronquitis crónicas” en 1850 y “Aguas y baños mineromedicinales de Lanjarón” en 1864.

Así mismo, se conservan en la Biblioteca de Medicina de la Universidad Complutense varios trabajos como la “Memoria químico médica de las aguas y baños minerales de Lanjarón” de 1838, la “Memoria de las aguas y baños minerales de Lanjarón, correspondiente á la temporada del presente año, dirigida al Excmo. Sr Ministro de la Gobernación” de 1848 y la “Memoria sobre las observaciones de los

baños y aguas minero medicinales de Lanjarón, correspondientes á la temporada de 1868, dirigida al Ilmo. Sr Director General de Beneficencia.

Tenemos que añadir que además de su formación médica en 1833 empezó también estudios de Derecho, recibiendo el título de Abogado en Granada en 1842, utilizando para ello los períodos invernales en que ya médico de Lanjarón no acudía al Balneario, e igualmente, según **Martínez Reguera**, cursó tres años de Matemáticas en la Real Maestranza de Caballería, siendo catedrático de Matemáticas puras y Elementos de Química en el Colegio de Humanidades de Granada, desde 1830 a 1833. (164)

Fue miembro numerario de la Academia de Medicina de Granada desde 1846 y vocal de la comisión encargada, en 1841, de redactar un nuevo reglamento de Baños.

JOSÉ ABADES Y REZANO 1811-1851

Nació en Madrid en 1811, estudió en el Colegio de San Carlos de Madrid y obtuvo el título de licenciado en Medicina en 1830. Durante los cursos de 1826, 1828, 1833 y 1834 estudió Botánica, Zoología y Agricultura en el Real Museo de Ciencias Naturales de Madrid.

En 1838 le fue concedido el Balneario de El Molar, permutándolo por el de Alhama de Granada en 1848. Analizó las Aguas del Molar en el año 1838 junto con los doctores **Genaro Lletget** y **Vicente Masarnau**, descubriendo la presencia de ázoe. A éste propósito leyó en 1841 un trabajo en la Academia de Emulación de Ciencias Medicas refutando las aserciones de **Mariano González Crespo** relacionadas con las fuentes del Molar y la del Toro. **Abades** recuerda el mineral llamado protóxido de manganeso descubierto por **Herrgen** en ese lugar en 1799. (164)

Fue comisionado para que, con los citados **Lletget** y **Masarnau**, examinase las aguas de San Agustín y dictaminase sobre la posible construcción del establecimiento balneario. En 1845 fue autorizado para visitar los manantiales sulfurosos de Guipúzcoa y de los Pirineos franceses.

Para la oposición de 1838 presentó una “Memoria sobre las aguas de El Molar, Busot y Lanjarón”, y en el año 1841 publicó “Memoria de las aguas azoadas hidrosulfurosas de los manantiales del cercado de Colmenar y la Sima inmediatas a la villa de San Agustín en esta provincia” y en 1846 la “Memoria de las aguas minero-medicinales azoado-sulfurosas del Molar”. **Martínez Reguera** recoge diez de sus publicaciones (1), (169), (217), (164)

Perteneció como numerario a la Academia de Emulación de Ciencias Médicas y al Instituto Médico Español, falleciendo en el Molar en 1861. (164)

MANUEL GARCÍA BAEZA (¿-1858)

Ocupó por nombramiento directo de la Reina **Isabel II** en 1852 la cátedra de Toxicología práctica y cuestiones prácticas de Medicina Legal de la facultad de Medicina de la Universidad de Madrid.

Esta cátedra funcionó hasta el fallecimiento en 1858 del profesor, sin reponerse posteriormente fundiéndose con la de Medicina Legal.

Por un prospecto anónimo sabemos que analizó aguas de Salinetas de Novelda a las que calificó de minerales sulfurosas, segunda clase de las sulfídricas sulfidratadas de la clasificación de **Etienne Ossian Henry** (1798-1873), director de la Farmacia Central de los hospitales de París y director en 1824 del laboratorio de química de la Academia de Medicina francesa. (14)

El pequeño folleto citado le da el nombre de **Manuel Barcia**, pero **Eduardo Gurucharri** deshace el error e incluso destaca el problema del contenido en sulfídrico.

Fue académico de la Real Academia de medicina y cirugía de Castilla la Nueva

SATURIO DE ANDRÉS Y HERNÁNDEZ

Licenciado en Medicina y Cirugía Medico, natural de Hontoria del Pinar, municipio de la provincia de Burgos.

Fue director de los Baños de Zújar. Publicó en 1858 una memoria de los Baños donde describe el análisis cualitativo y cuantitativo en el que habla de sales disueltas. (82)

Aparece como personalidad de la villa, citado en 1847 en el periódico “La Verdad”, publicación dedicada a la Medicina y Ciencias Auxiliares.

JOSÉ ELVIRA GOICOECHEA

Farmacéutico y químico de Logroño que en 1837 practicó y publicó un análisis completo de las aguas del Balneario de Armedillo, que se consideró el primero y el de mayor importancia hasta 1866, comparándolas con las de Bagnères de Bigorre.

Por orden del Jefe político de Logroño analizó en 1846 las de Grávalos. Debía de ser persona importante, pues en 1852 cotizó a la Hacienda Pública por bienes rústicos, urbanos y como industrial boticario un total de 743 reales.

Aparece como descubridor, en 1859, de las ruinas romanas de Asa en los alrededores de Logroño, en las márgenes del río Ebro, como consta en el libro de **Jorge Maier**, “Comisión de antigüedades de la Real Academia de la Historia”

MARIANO DEL AMO Y MORA 1809-1896

Nació en Madrid en 1809 y falleció en Granada en 1894. Estudió farmacia en el Colegio de San Fernando de Madrid donde obtuvo el grado de licenciado en 1834 y el de doctor en Farmacia 1843. Fue profesor de la Facultad de Medicina de Madrid, pasando en 1845, con el nuevo plan de estudios, a la de Farmacia como profesor encargado de Zoología y Mineralogía Aplicada a la Farmacia.

En 1850 ocupó la Cátedra de Zoología en la Facultad de Farmacia de Granada de la que llegó a ser Decano, fundando la primera Cátedra de Botánica en 1853.

Publicó dos importantes obras de Botánica la “Flora cryptogámica de la Península Ibérica, que contiene la descripción de las plantas acotiledóneas que crecen en España y Portugal, distribuidas según el método de familias” en 1870 y la “Flora fanerogámica de la Península Ibérica ó descripción de las plantas cotyledóneas, que crecen en España y Portugal en 1871-1873.

Se le relaciona con la Hidrología Medica ya que fue Vocal de la Comisión de Baños y aguas minerales del Reino. (151)

JOSÉ SALGADO Y GUILLERMO 1811-1890

Nacido en Madrid el 30 de Abril de 1811. En 1831 se matriculó como alumno en Medicina y Cirugía, estudiando la carrera en el Colegio de San Carlos, donde gozó de la preparación más completa que se podía obtener en aquella época en la Facultad de Madrid, terminando sus estudios en 1838 habiendo obtenido los grados de bachiller en Filosofía, bachiller en Medicina y Cirugía y licenciado en Medicina y Cirugía.

Posteriormente se le convalidaron sus títulos por los de Doctor en Ciencias Médicas y en 1845 por el de Doctor en Medicina y Cirugía. En 1847 obtuvo también el título de regente de segunda clase de Física y nociones de Química en la Facultad de Filosofía de la Universidad literaria de Madrid

Ocupó como interino la dirección del establecimiento de Cestona, siendo declarado Médico-Director en propiedad en 1846, considerándosele para todos los efectos como de oposición en 1869.

Desempeñó también las plazas de director de los establecimientos balnearios de Caldelas de Tuy, Caldas de Oviedo en 1847, Carratraca en 1856 y Alhama de Aragón en 1877, de los que publicó numerosos trabajos, siendo premiado, por el consejo de Sanidad, por su “Memoria de Caldas de Oviedo” en 1851. (217)



José Salgado y Guillermo
(1811-1890)

Siendo medico director propietario en Caldas de Oviedo reconoció el nitrógeno en sus análisis de gases. La realización de pulcros trabajos de investigación en 1848 en algunos de los cuales tuvo como testigos al Catedrático de Análisis Químico **Magín Bonet y Bonfill**, al experto en mineralogía **Amalio Maestre e Ibáñez** (1812-1872), y a don **León Salmeán y Mandayo** catedrático de Física de la Universidad de Oviedo, le llevaron al descubrimiento del azoe como único gas desprendido de las aguas, si bien estas disolvían azoe, ácido carbónico y oxígeno. (138)

Desde 1866 fue socio de la Sociedad de Hidrología Médica de París y miembro fundador, y primer presidente, de la Sociedad Española de Hidrología Médica en 1877, en cuyas sesiones científicas participó activamente con temas como aguas azoadas y aguas de Carratraca. (209)

Tras la temporada de baños de 1877 se reanudaron las sesiones de la nueva Sociedad y se constituyó la primera Junta Directiva de la Sociedad Española de Hidrología Médica, de la que fue secretario general **Benigno Villafranca y Alfaro** (1835-1885) y presidente **José Salgado**. El día 23 de febrero de 1877, una Real Orden concedía la autorización para la creación de la Sociedad Española de Hidrología Médica, inaugurada oficialmente tres días más tarde con la presidencia de honor del Director General de Beneficencia y Sanidad

A mediados del siglo XIX se desató una gran polémica sobre los conocimientos necesarios para optar el puesto de Medico Director de los establecimientos de baños y así cuando **Salgado** solicitó la dirección de Carratraca y de Cestona destacó sus estudios de Ciencias Auxiliares, como era la Química, para el mejor desarrollo de su labor profesional.

En 1858 saltó la chispa iniciada por un artículo en el que se solicitaba que se primasen los conocimientos clínicos frente a los de las Ciencias Auxiliares en las oposiciones al Cuerpo de Médicos de Baños, respondido por **Juan Vilanova** que defendió la necesidad de los conocimientos de Química como medios necesarios para el mejor conocimiento de las aguas.

Se sucedieron artículos de **Joaquín Quintana, Salgado, Vilanova y Ricardo de Federico**, director de Caldas de Montbuy, con posturas irreconciliables que llevaron su enfrentamiento incluso a la Real Academia de Medicina que utilizó 15 sesiones en 1865 para estudiar el tema, y el Gobierno optó por el criterio químico apoyado por **Sáez Palacios, Rióz, Lallana y Vilanova** al redactar la legislación.

Hay que tener en cuenta que los conocimientos de Hidrología no estuvieron presentes de forma clara en los planes de estudio hasta 1866, en la asignatura Ampliación de Terapéutica y de la Farmacología y que la Hidrológica Medica, no contó con una cátedra hasta 1912 en Madrid.

El doctor **Salgado** analizó las aguas de Carratraca y encontró en ellas; aunque en escasa cantidad; hierro, manganeso, níquel y cobalto. Pero lo que consideró como el hallazgo clave fue la presencia de arsénico demostrado en Málaga ante **Manuel Amado Salazar**, catedrático de la Universidad de Granada; nuevamente en Madrid ante **Magín Bonet y Bonfill**, catedrático de química y años más tarde ante **Rafael Sáez Palacios**, también catedrático y académico. En 1860 publicó en Madrid una “Memoria de las aguas sulfo selénido hídricas arseniadas, bicarbonatadas, alcalino terreas metálicas de Carratraca”, en la que presentaba sus resultados.

En 1867 culminó su investigación con el análisis espectrográfico de la aguas realizado ante **Manuel Sáenz Diez**, poniendo al descubierto la presencia de indio, rubidio, litio cobre y estroncio.

Experto en la química de su tiempo, **Salgado** fue seguidor de la escuela alemana de **Liebig y Fresenius**, esforzándose por actualizar su saber. “*Desde que me fue conocida la feliz aplicación al análisis química hecha por los señores Kirchoff y Bunsen, profesores de física y química de la Universidad de Heidelberg de la determinación del sitio y color de las líneas brillantes que distinguen los espectros luminosos de diferentes metales, concebí el pensamiento de utilizar este medio admirable de estudio y la esperanza de por él analizar algunas de las aguas de mi dirección que creía no haber llegado a reconocer a pesar de mis esfuerzos.*” (209)

Esta técnica y el descubrimiento del cesio y el rubidio en las aguas minerales de Durkheim por **Bunsen** y **Kirchoff** datan de 1861, y los análisis espectroscópicos de

las aguas de Harrogate fueron realizadas por **R. Hayton Davies** en 1866, es decir, simultáneamente a los del hidrólogo español. (242) (209)

La polémica se presentó cuando **Antonio Casares**, catedrático de Química de la Universidad de Santiago, apuntó que: ningún químico señaló la presencia de selenio en las aguas minerales ni de itria, ni del níquel y que antes de admitirla como segura es necesario repetir y variar los ensayos y ejecutarlos con cantidades grandes de agua.

El propio doctor **Salgado**, en 1878, encendía la polémica cuando el Siglo Médico publicaba un anuncio en el que se decía: “*Apenas se ha encargado el Dr. Salgado de la dirección de las aguas y baños minerales de Alhama de Aragón, ha hecho en las referidas aguas el descubrimiento de principios que no habían revelado anteriores análisis, contienen arsénico y antimonio en cantidades nada despreciables, y sobre esto abunda extraordinariamente en ellas el gas nitrógeno. Así viene a probarse que en realidad no están bien estudiadas químicamente nuestras aguas minerales*”. (209)

Siendo director de Caldas de Oviedo publicó en 1850 la “Monografía de las aguas termales alcalino gaseosas de caldas de Oviedo”, y “Monografía de las aguas termales acídulo-alcalino-nitrogenadas de Caldas de Oviedo”, de igual manera escribió en 1860 la correspondiente “Monografía de las aguas sulfo selénido hídricas arseniadas bicarbonatadas alcalino terreas, metálicas de Carratraca” cuando era su Director médico

Gran propagandista y publicista de los balnearios que dirigía, son numerosos sus trabajos hidrológicos publicados en revistas científicas como: los de Cestona en los Anales del Instituto Médico de Emulación, el Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia o la Gaceta Médica, concretamente, una importante memoria sobre Cestona fue acreedora de ser insertada en la Gaceta Oficial

Otros trabajos reunieron los datos de Caldas de Oviedo en el Boletín de Medicina, Cirugía y Farmacia, El Eco de la Medicina o El Siglo Médico; los de Carratraca en El Correo de Andalucía, La España Médica o El Siglo Médico y los de Alhama de Aragón en El Siglo Médico o los Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica. También publicó otros trabajos sobre las aguas minerales en general, las condiciones ambientales y la sífilis. (164)

Su amor por la Hidrología Médica le llevó a fundar y dotar en la Real Academia Nacional de Medicina la distinción que lleva su nombre, para premiar los trabajos relacionados con esta disciplina.

Murió en Alhama de Aragón en Mayo de 1890. La Redacción de la Sociedad Española de Hidrología Médica le dedicó una sesión necrológica.

VICENTE SANTIAGO MASARNAU FERNANDEZ 1803-1879

Nació en Portugalete en 1793 y falleció en Madrid en 1879. Realizó sus primeros estudios en El Seminario patriótico de Vergara y en los Estudios de San Isidro de Madrid. Simultaneó las Carreras de Farmacia y Ciencias, doctorándose en 1831 y 1841.

Fue catedrático de Química General, en 1836, del Real Colegio de San Fernando sustituyendo a **Andrés Alcón Caldúch** y posteriormente, en 1845, de Física y Química General de la Universidad Central hasta su jubilación.

Académico fundador de la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, miembro de la de Medicina y de otras varias sociedades científicas.

Analizó, en 1846, el agua azoada sulfurosa de El Molar junto con **Manuel Rióz Pedraja** y el director del establecimiento **José Abades y Rezano**, que lo incluyó en la memoria. Este médico director publicó también en 1841 una Memoria de las aguas azoado hidrosulfuroosas de los manantiales del Cercado de Colmenar y la Sima, inmediatos a la villa de San Agustín. (1), (151)

FRANCISCO LÓPEZ GÓMEZ

Catedrático de la Universidad de Valladolid. Realizó análisis Cuantitativo de las aguas de los Balnearios de Sobrón y Soportilla, en 1868, con el también catedrático de Valladolid don **Domingo Ágreda y Madariaga**. Junto a **Santiago Bonilla Mirat** realizó el análisis de las aguas de Puente Viesgo publicados en 1880. (226)

DOMINGO DE ÁGREDA Y MADARIAGA

Hijo del escultor y académico **Esteban Agreda Ortega**, fue catedrático de Química General en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid, en 1862 sólo había cuatro catedráticos en esa Facultad, ocupando el número 35 del escalafón nacional en esa fecha. Fue académico y miembro de la Comisión de Monumentos de Valladolid. (98)

Publicó en 1847, un texto titulado: “Memoria acerca de los antecedentes que facilitan el conocimiento práctico del aparato, sulfhidrómetro”; inventado por **Gaspar**

Alphonse Dupasquier, profesor de Química de Lyon; para analizar las aguas sulfuroosas por el intermedio del Yodo”.

Realizó el análisis cuantitativo de las aguas de los Balnearios de Sobrón y Soportilla en 1868, publicados en 1870 por el Médico director **Mariano Gaspar**. (12), (164)

MANUEL ARNÚS DE FERRER 1813-1879

Nació en Tremp en 1813 y desde 1822 a 1828 estudió Latín, Retórica y Filosofía en el Seminario Conciliar de Barcelona y después Agricultura, Botánica, Física y Matemáticas puras, alcanzando el título de Bachiller en 1830. Cursó los siete años de la carrera en el Colegio de Medicina y Cirugía de Barcelona, obteniendo el título de Licenciado en 1837 y el de Doctor al año siguiente.

Después de un laborioso expediente cuya resolución duró dos años se convocaron, en 1847, oposiciones para cubrir cinco plazas de Medico Director a las que concurrió junto con otros cincuenta y nueve médicos, alcanzando la máxima puntuación y siendo propuesto para el Balneario de La Puda. Desde el año anterior ocupaba esta plaza como interino, en la que permaneció, como propietario, hasta el concurso de 1874 cuando se trasladó a Panticosa, cuya plaza ocupaba al morir en Madrid en 1879. (27), (217)

Al terminar su temporada de 1846 como interino en la Puda, presentó la memoria correspondiente, calificada digna de premio por Real orden, dándole la preferencia en caso de empate en la puntuación de los ejercicios si se presentaba a la oposición por esa plaza.

El Balneario de la Puda fue su preferido y asistió a la colocación de su primera piedra, en este establecimiento introdujo las inhalaciones gaseosas y la pulverización hidrotermal.

El doctor **Manuel Arnús**, en una memoria manuscrita, leída ante la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona el 23-8-1851 y titulada; “Estudios generales sobre hidrología mineral, con algunas reflexiones acerca de la importancia de una reforma termal e indicación de las principales bases en que debiera fundarse”, atribuyó al químico sueco **Torbern Olof Bergman** la primera clasificación racional de las aguas medicinales, dividiéndolas en sulfuroosas, salinas, gaseosas y ferruginosas, clasificación, que a pesar de haber sido formulada a mediados del siglo XVIII, era aún aceptada por numerosos científicos a mediados del XIX.

Otro manuscrito de **Arnús** fue la “Historia de la Puda de Monserrat, o sea Descripción topográfica, químico, médica é histórica del establecimiento y de las aguas mineromedicinales de Olesa y Esparraguera, en la provincia de Barcelona” realizado en 1855, que sería publicado posteriormente en 1863 con el título; “Historia topográfica, química y médica de La Puda de Montserrat, precedida de algunas generalidades de hidrología general y balnearia”, por el Diario de Barcelona.

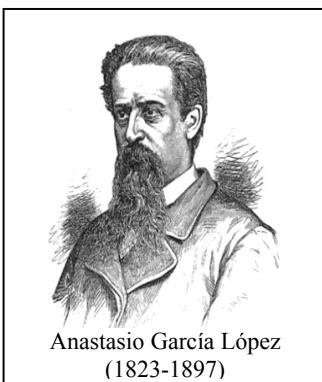
Junto con **Félix Borrell y Font** publicó en 1870 una “Hidrología mineral médica: Baños minerales artificiales y aguas minerales, naturales y artificiales, potables”. **Martínez Reguera** incluye 13 publicaciones de este autor. (26), (169)

Dice el profesor de Historia de la Ciencia, **Juan Antonio Rodríguez Sánchez**, que **Manuel Arnús** fundó con **Félix Borrell y Joaquín Delhom** el balneario de San Felipe Neri en Madrid en 1858. Establecimiento dirigido por médicos, que resultaba de la transformación de los Baños higiénicos a los que se habían incorporado los baños de vapor y algunas técnicas de nombres más exóticos, como los baños rusos, que se incluían en las tendencias europeas llamadas hidropatías y que podrían considerarse los antecedentes de los actuales spa urbanos (25) (211)

Perteneció a la Sociedad Médica de Emulación desde 1834 y por oposición a la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona, siendo fundador de la Sociedad Española de Hidrología Medica de la que fue su vicepresidente. (158)

ANASTASIO GARCÍA LÓPEZ 1823-1897

Nacido en Sedeña, Cuenca, el 27 de Abril de 1823 fue llevado siendo muy pequeño a Murcia, en cuyo Seminario se graduó como Bachiller en 1843.



Anastasio García López
(1823-1897)

Prosiguió ya en Madrid los estudios de Medicina y Filosofía y Letras siendo un excelente alumno, obteniendo el grado de bachiller en Medicina y Cirugía en 1846 y el de Licenciado con premio extraordinario en 1848. También obtuvo el de regente de segunda clase de Filosofía en 1847, y el de licenciado en Filosofía y Letras, algunos años después. En 1870 alcanzó el de Doctor por la Universidad de Salamanca.

Dice el profesor **Manuel Armijo Valenzuela** que:”durante sus estudios de Licenciatura fue Alumno Interno Pensionado, siendo destacable el hecho de que durante este tiempo se ayudaba económicamente dando clases a estudiantes de otros

*cursos, publicando trabajos y revisiones en periódicos relacionados con la medicina y haciendo traducciones de artículos médicos y hasta de una obra tan importante como la Patología Quirúrgica del profesor **Augusto Nelaton** (1807-1873), cirujano del Hospital de San Luis de París y celebre por ser el inventor de la sonda de su nombre". (24)*

Trabajó como médico titular de Aragoncillo en Guadalajara, de Cebreros en Ávila, de Naval moral de la Mata en Cáceres y de Medinaceli en Soria. Posteriormente, y por oposición, fue nombrado Médico Director del Hospital Provincial de Soria en 1857.

De 1869 a 1871 fue Catedrático de Fisiología e Higiene de la Universidad de Salamanca y, posteriormente regentó la Cátedra de Psicología y Lógica de la Universidad Central. (24)

Ingresó en el Cuerpo de Médico-Directores de Baños por oposición de 1859, desempeñando las plazas de los Establecimientos Balnearios de Segura de Aragón en Teruel hasta 1866, con estancias en comisión de servicio en Cestona, Guipúzcoa, en 1861 y en Panticosa, Huesca, en 1862.

En 1877 lo encontramos como Médico Director de Caldas de Oviedo, en 1894 en Alhama de Aragón en Zaragoza, en 1895 en Betelu, Navarra y en 1896 en Archena, Murcia. El balneario en el que ocupó la Dirección Médica durante más tiempo fue el de Ledesma en Salamanca, desde 1869 a 1893.

Presentó numerosas memorias sobre las aguas mineromedicinales, siendo premiada por el Consejo de Sanidad en 1862, la titulada "Memoria sobre los baños de Segura". (110)-

Desde 1878 fue catedrático y patrono del Instituto Homeopático y Hospital de San José, donde explicó sus lecciones de homeopatía en varios cursos de los que en aquel Centro se establecieron. También fue socio de honor de Academia Médico Quirúrgica Española y miembro de la Sociedad de Hidrología de París y de la Sociedad francesa de Higiene.

Socio fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica, de la que llegó a ser presidente en 1891 y en la que realizó una fructífera labor con la publicación de varios artículos, así como su intervención en las sesiones científicas realizadas por la Sociedad en diversos temas como, aguas azoadas, hemiplejías, diátesis, herpetismo, sífilis, artritis. (164), (111)

Entre sus publicaciones relacionadas con la Hidrología Médica destacan el “Tratado de Hidrología Medica” de 1869 y sobre todo la “Hidrología Médica”, editada en Salamanca, en 1875, en dos volúmenes con una “Guía del bañista y el mapa balneario de España”. Esta publicación recibió el premio Rubio de la Real Academia en 1876, el de la Exposición Nacional de Minería y Aguas minerales en 1883 y el de la Exposición de Barcelona en 1888, con medalla de oro.

En 1889 publicó la segunda edición en dos tomos de 692 y 800 páginas respectivamente en los que daba noticia de las ciencias auxiliares de la Hidrología y de las enfermedades susceptibles de alivio con los tratamientos balnearios. (24)

También colaboró con otras revistas científicas como “La España Médica” y “El Siglo Médico”. Fue autor de otras muchas obras relacionadas con la Cosmología, la Antropología, la Sociología, el Espiritismo y por supuesto de la Homeopatía a la que dedicó especial atención la mayor parte de su vida.

Fue presidente del primer Congreso Hidrológico Nacional en 1888, en el que intervino como defensor de la Medicina, de la Hidrología y de los intereses del Cuerpo de Médicos Directores de Baños. Formó parte de la Comisión de redacción del Anuario oficial de las aguas de España de la que fue presidente.

El doctor **García López** falleció en la ciudad de Sevilla el día 1 de Mayo de 1897, a los setenta y tres años de edad, víctima de una fiebre infecciosa palúdica, contra la cual fueron estériles los esfuerzos de la ciencia. (77)

MANUEL GUILLERMO SÁENZ DÍEZ y PINILLOS 1824-1893



Manuel Sáenz Díez
(1824-1893)

Estudió en los escolapios de Getafe y posteriormente cursó Magisterio en Madrid, carrera que terminó en 1846. Posteriormente, estudió Química, siendo alumno de **Vicente Masarnau** y de **Manuel Rióz Pedraja**.

Ocupó la cátedra de Ciencias Físico-Químicas en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, a donde llegó en 1858. Durante su larga dedicación a la docencia Universitaria impartió siempre la asignatura de Química Orgánica. (245)

Su línea de trabajo fueron las propiedades de determinadas aguas, sobre todo en el País Vasco y Navarra., y así realizó, en 1868, el análisis cualitativo y cuantitativo de las aguas de Arnedillo. (197)

Sus principales publicaciones relacionadas con este tema fueron: “Aguas termo bicarbonatadas, nitrogenadas de Urberuaga de Marquina, en la provincia de Vizcaya” (1870), “Baños de Zaldibia Balneario” (1880), “Establecimiento de los Baños Viejos de Elorrio”, “Aguas sulfídricas frías ferro manganíferas” (1877), “Establecimiento termal de Alzola” (1884), “Nuevo establecimiento balneario en Vizcaya”, “Pamplona Burlada. Aguas minero medicinales (Navarra)” y “Ensayo médico hidrológico. (142), (143), (154), (223), (245).

En 1885 analizó el manantial de la Salud y publicó, en 1887 el análisis del agua de La Aliseda y La Carolina, Jaén; en el trabajo del doctor **Juan Creus** (1828-1897), Catedrático de Medicina de la misma Universidad; titulado “Noticia acerca del agua mineral del manantial de San José de la Aliseda”. (78)

La primera visita al manantial la realizó en diciembre de 1884, cuando ni siquiera estaban recogidas las aguas. Posteriormente, cuando ya el manantial estaba incluido en una arqueta hizo el análisis cualitativo y cuantitativo con técnicas que describe cuidadosamente en su memoria. Utilizó una marcha analítica cualitativa y el espectroscopio para determinar los cuerpos que tiene en disolución el agua, dando esta composición en bases, ácidos y cuerpos halógenos, y cuerpos indiferentes. Posteriormente, describe el análisis cuantitativo que firma en Madrid el 29 de junio de 1885 y que expresa en sales. (78)

JOSE MARIA BONILLA Y CARRASCO 1826-1894

Natural de Provencio, provincia de Cuenca, nace el 26 de Septiembre de 1826. Cursa la carrera de Medicina en la Universidad Central, obteniendo el grado de Licenciado en 1851.

Ingresa en el Cuerpo de Médicos de Baños en la oposición celebrada en 1853, alcanzando 42 puntos, la máxima puntuación.

Desempeña las direcciones médicas de importantes establecimientos balnearios, entre los que destacan: Solán de Cabras en Cuenca, Caldas de Oviedo en Asturias, Alange en Badajoz, Ledesma en Salamanca y Ontaneda y Alceda en Santander.

Con una memoria del Balneario de Solán de Cabras ganó el premio del Consejo de Sanidad en 1857 y cabe destacar, entre sus obras impresas, trabajos sobre el Balneario de Caldas de Oviedo, Asturias.

Fue miembro fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica, llegando a presidirla durante los años 1883-84, con una labor muy destacada en las dife-

rentes sesiones, defendiendo trabajos con asiduidad como los de las aguas azoadas o nitrogenadas, el estudio de las localidades en relación con los establecimientos balnearios, su punto de vista de la Hidrología como ciencia, o las sesiones necrológicas de algunos compañeros de la Sociedad. (164)

Se publicaron los “Discursos leídos en la sesión de aniversario celebrada por la Sociedad Española de Hidrología Médica el día 4 de marzo de 1883 por el Dr. D. **Benigno Villafranca y Alfaro** y por el Dr. D. **José María Bonilla y Carrasco**”.

Fue el presidente del primer Congreso Hidrológico Nacional, celebrado en 1888, con una participación muy activa. Falleció en 1894 siendo su pérdida muy sentida por los compañeros de la corporación. (77)

RAMÓN MANJARRÉS Y BOFARULL 1827-1918

Nació en Barcelona en 1827 y falleció en Sevilla en 1918. Alumno de **Josep Roura** en la Escuela de Química de la Junta de Comercio, terminó sus estudios en 1846. Merece la pena destacar, como lo hace **Pere Fábregas**, el examen final público de **Ramón Manjarrés** y otros cinco compañeros realizado durante cuatro días ante 14 catedráticos, en el que no sólo debía hacer una exposición de un tema, sino responder adecuadamente a cuantas preguntas les hicieron los miembros del tribunal. (90)



Ramón Manjarrés Bofarull
(1827 -1918)

El proceso era tan público que fue detallado por el periódico la “Revista Barcelonesa” y al final del examen, junto con el título, la Junta les entregó una medalla de plata, no era para menos.

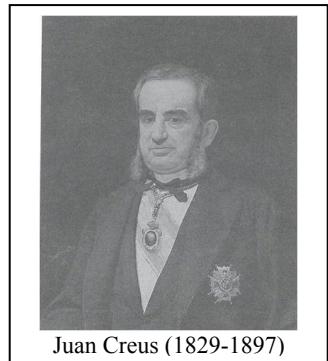
Posteriormente consiguió el título de ingeniero industrial en Madrid, en 1856, perteneciendo a la primera promoción de España. Se trasladó a la Escuela industrial de Sevilla, donde fue sucesivamente catedrático de Química General y Aplicada, y posteriormente, en 1860 de Química Inorgánica y Análisis Química.

Cuando se clausuró la Escuela de Sevilla, en 1866, se le otorgó la Cátedra de Química de la Escuela de Ingenieros de Barcelona, de la que llegó a ser Director en 1868. En 1891 volvió a Sevilla como Catedrático Numerario de la Facultad de Ciencias. Fue Académico de Ciencias de Madrid y Barcelona de la que fue presidente.

Realizó en 1866 y 1877 el análisis químico de las aguas de Caldas de Estrach y San Hilario.

JUAN CREUS y MANSO 1828-1897

Nació en Guadalajara y estudió en el Seminario de Sigüenza, graduándose como Bachiller en 1844. Después cursó medicina en San Carlos en Madrid, obteniendo, por oposición, la Cátedra de Anatomía y Patología Quirúrgica de Granada en 1854. Posteriormente, se trasladó a Madrid en 1877.



Juan Creus (1829-1897)

Intentó elevar el nivel de la Medicina española mediante reformas universitarias y la publicación de numerosos libros de texto. Fue senador en 1879 por la Universidad de Granada y Rector de la Universidad Central en 1884.

Adquirió fama como cirujano, realizando operaciones muy delicadas y temidas por otros médicos.

Desde el punto de vista de la Hidrología Médica publicó, en 1887, la “Noticia acerca del agua mineral nitrogenada del manantial de San José de La Aliseda, La Carolina, seguida del análisis de la misma agua”. (78)

MARIANO JUAN CARRETERO MURIEL 1833-1915

Nació en Madrid el 8 de Septiembre de 1833, estudió en el Colegio de San Carlos, como alumno destacado, obteniendo el grado de Licenciado en 1857 con premio extraordinario y el grado de Doctor en 1858. Realizó estudios de griego, francés e italiano. Fue Cirujano agregado en el Hospital General y médico segundo, por oposición en 1859, del Real Sitio del Pardo.

En 1858 se convocaron oposiciones para cubrir ocho plazas de Director Médico que se encontraban vacantes, en ellas ingresó en el Cuerpo de Médicos Directores de Baños, ocupando en 1859 la dirección de los Establecimientos Balnearios de Paterna y Jigonza, en Valencia; pasando por traslado a Hervideros de Fuensanta, Cestona en Guipúzcoa, Lugo, Arnedillo en Logroño y Caldas de Oviedo en Asturias ya en 1880. (164)

Fue premiado por el Gobierno por su excelente Memoria sobre Hervideros de Fuensanta y publicó numerosos memorias y artículos sobre Arnedillo (Logroño) de

1877 a 1879, Ntra. Sra. de Rubinat y Segalés, Lérida, Ntra. Señora de Orito, Alicante, y Caldas de Oviedo.

Socio fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica de la que fue vicepresidente y director de la publicación de la misma, “Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica”, en la que aparecen varios artículos sobre estudios de establecimientos balnearios. (77)

En 1894 publicó “Estado de la Hidrología médica española en los siglos XVII y XVIII”. Intervino en sesiones científicas con diversos temas como: la Especialización de las aguas minerales, pelagra y úlcera sifilítica. (125)

Fue comisionado, junto con el doctor **José Hernández Silva**, por los miembros de la Sociedad Española de Hidrología Médica para que emitieran un informe sobre el análisis realizado por el farmacéutico don **Ramón Aparicio Requena** de las aguas de Lanjarón, publicado en 1878. El citado informe había causado cierto revuelo en la clase médica al señalar que las fuentes de San Antonio y Capilla contenían seleniatos de potasa, sosa y ácido selénico, los comisionados concluyeron que de la memoria; “*no podía venirse en conocimiento de la existencia en dichos manantiales de seleniatos alcalinos*”. (157)

Ingresó en la Real Academia Nacional de Medicina en julio de 1880, leyendo un discurso titulado:”Consideraciones acerca de las aguas cloruradas de España y especialmente de su empleo en el tratamiento de las escrófulas”.

Perteneció a la Comisión de redacción del Anuario oficial de las aguas minerales de España. Murió el 19 de Marzo de 1915.

BENIGNO SATURIO VILLAFRANCA Y ALFARO 1835 -1885

Nació en Madrid en 1835, graduándose como bachiller en Filosofía en 1850, licenciándose en Medicina en 1857 y alcanzando el doctorado con premio extraordinario en 1859.

Por Real orden de 1859 obtuvo la dirección del Balneario de Bellús, cuando éste fue cerrado pasó al de Santa Águeda en 1865 y posteriormente al de Caldas de Besaya en 1874. En 1879 desempeñó el cargo de Director en el Balneario de Panticosa.

Se encuentran publicadas, una “Memoria de Bellús”, que se declaró digna de premio, así como otra “Monografía de las aguas sulfurado cárnicas (sulfídricas)

ferruginosas bicarbonatadas de Santa Águeda, Guipúzcoa" y el "Discurso leído en la sesión de aniversario celebrada por la Sociedad Española de Hidrología Médica el día 4 de Marzo de 1883".

Fue miembro Fundador de la Sociedad española de Hidrología Médica de la que fue secretario general y vocal de la Comisión de publicaciones y de la Sociedad de Hidrología Médica de París. Falleció en Puente Viesgo en 1885. (164)

MARCIAL TABOADA DE LA RIVA 1837-1913

Nacido en Orense el 25 de Mayo de 1837, estudió Medicina en Santiago y Madrid, obteniendo las mejores notas y cuatro premios ordinarios durante su carrera, licenciándose 1857 año en que ganó, con el número 2, la oposición al Cuerpo de Sanidad de la Armada. Se doctoró en 1867.

Fue titular de Sonseca, Toledo, dónde lo declararon "hijo adoptivo", subdelegado de Sanidad del distrito de Orgaz de 1857 a 1866 y Consejero de Sanidad e Inspector general de Salud Pública en 1885. También ejerció como Director del Instituto de Vacunación del Estado y presidió en el 1888 el Congreso Hidrológico Nacional.

Ingresó en el Cuerpo de Médico-Directores de Baños por oposición en 1859, desempeñando las plazas de los Establecimientos Balnearios de Arenosillo, Buyeres de Nava (Oviedo), Chiclana (Cádiz), Trillo (Guadalajara), Caldas de Besaya (Santander), Alhama de Aragón (Zaragoza) y Panticosa (Huesca) de los que publicó numerosos trabajos, premiando el Consejo de Sanidad su Memoria sobre las aguas de Arenosillo. (77), (185)

Fue nombrado socio de la Real Academia de Medicina en 1885. Perteneció a varias sociedades, en las que ocupó cargos importantes, como Sociedad Española Matritense, Sociedad de Historia Natural, Academia Médico-Quirúrgica de España, Sociedad de Higiene, Ateneo, Sociedad de Hidrología Médica de París y otras. Correspondiente de la Sociedad de Ciencias Médicas de Lisboa, Sociedad Francesa de Higiene. Socio honorario de la Academia Internacional de Ciencias Médicas.

Miembro fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica de la que fue presidente de 1885 a 1891 y de 1893 a 1897, así como director de su publicación los Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica, de 1877 a 1884, y de 1897 a 1898. (164)

Participó asiduamente en las sesiones científicas de la Sociedad en temas diversos como: aguas nitrogenadas, diátesis, diabetes sacarina, pelagra, úlcera sifilítica, tratamiento hidromineral durante la menstruación, las cardiopatías y su tratamiento hidrotermal, enfermedades crónicas en la infancia y tratamiento hidromineral, instalaciones balnearias. y pronunciando discursos y conferencias sobre: "Extensión de los límites científicos de la Hidrología" y "El Histerismo". (77)

Publicó varios estudios hidrológicos de aguas minerales como el premiado con la medalla de oro en la exposición de Barcelona a titulado "Aguas mineromedicinales de la Peña en el Monasterio de Piedra"

Participó en la política de su época en favor de los Médicos de Baños ante la Comisión del Senado en 1883.

Formó parte de la Comisión de redacción del "Anuario oficial de las aguas minerales de España" de la que fue secretario y luego presidente. (237)

De forma gratuita intervino en la epidemia de cólera de Oviedo en 1865, recibiendo en 1872 la cruz de Epidemias por su "Memoria estadística descriptiva de la epidemia colérica sufrida en 1865 en Oviedo".

Colaboró con publicaciones científicas como: El Provenir Médico, La España Médica, El Siglo Médico, etc. Murió en 1913 en Pinto (Madrid).

LEOPOLDO MARTINEZ REGUERA 1841-1917

Tenemos que destacar que en este caso la mejor fuente de información para redactar estas notas han sido sus propios datos autobiográficos que aparecen en el Tomo II de la Bibliografía Hidrológico-Médica Española. (164)

Nace en la provincia de Córdoba en Bujalance el 15 de Agosto de 1841. En Sevilla se gradúa de bachiller en Filosofía el 6 de julio de 1857, siendo premiado con diploma de honor. Realiza sus estudios de Medicina en las Facultades de Cádiz y Madrid, alcanzando el grado de licenciado en Medicina y Cirugía, con calificación de Sobresaliente el año 1863.

Continuó su especialización médica y en 1864, leyó su tesis doctoral titulada "Utilidad de los baños y lavaderos públicos", siendo investido Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad madrileña. Mientras cursaba la carrera de Medicina, se matricula en la Escuela Superior de Pintura de Madrid para continuar los estudios que había empezado en Jaén y en Sevilla.

Completó su formación académica con los estudios de Derecho en Sevilla y Madrid, obteniendo el título de licenciado en Derecho Civil y Canónico con nota de Sobresaliente en junio de 1874.

En 1864 fue nombrado por el Director General de Beneficencia y Sanidad, médico director Interino de los Baños de Arenosillo de Montoro, posteriormente, de los Baños de Caldas de Malavella, de La Margarita de Loeches y de Fuencaliente en Ciudad. Real.

Ingresa en el Cuerpo de Médicos de Baños en las oposiciones de 1874, desempeñando en propiedad las plazas de Médico Director en los Balnearios de Jabalcuz (Jaén), Puertollano (Ciudad Real), El Molar (Madrid), Fuencaliente (Ciudad Real) y Alange (Badajoz)..

Miembro fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica, participó en diferentes actividades y también perteneció desde el 8 de enero de 1872 a la Sociedad de Hidrología Médica de París.

En Abril de ese mismo año recibe el premio del Real Consejo de Sanidad por su Monografía de las aguas de Arenosillo y Reseña histórico-descriptiva de Montoro. En 1882 es comisionado por el Ministerio de Gobernación para escribir la “Bibliografía Hidrológico Médica Española”, por la publicación de esta obra tuvo varios galardones. (164)

La obra de **Martínez Reguera** fue muy dilatada, y su especialidad médico científica le inclina a los ensayos médicos, históricos, políticos, sobre fauna, flora, mineralogía e incluso su formación humanística le lleva a cultivar la prosa puramente literaria y el verso.

Por su incansable labor fue galardonado con numerosos premios y distinciones como la gran cruz de Isabel la Católica, cruz de Beneficencia, cruz de Epidemias, premio extraordinario de la Biblioteca Nacional, premio Rubio de la Real Academia de Medicina, etc. Falleció en la Ciudad de Cádiz, el día 2 de Mayo de 1917, a los 75 años.

AURELIO ENRÍQUEZ Y GONZÁLEZ 1845-1910

Natural de Villanueva de Valdeorras, provincia de Orense, nació el 18 de Julio de 1845. Siguió los estudios de Medicina en Santiago, recibiendo el grado de licenciado en Madrid en 1868 y el de doctorado en 1869.

Fue Médico Titular de Ponferrada en 1869, médico del ferrocarril del Noroeste y Profesor del Instituto de Terapéutica Operativa. Fue Diputado a Cortes por el Barco de Valdeorras en 1872 y por Ponferrada en 1886 y en 1893. También fue nombrado Senador del reino por La Coruña en la legislatura de 1896 a 1898, cargo que no llegó a jurar, y posteriormente senador vitalicio en la de 1910 a 1911. (77)

Su relación con la Hidrología comienza como Médico Director interino del establecimiento de Elorrio (Vizcaya), luego obtuvo en propiedad en 1876 la plaza del Establecimiento Balneario de Puente Viesgo (Santander) del que publicó algún trabajo. Posteriormente ocupó las plazas de Betelu (Navarra) y Archena (Murcia).

Miembro fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica de la que fue presidente en 1897, publicó varios artículos en los Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica y participó en sus sesiones científicas en diversos temas como litiasis biliar y enfermedades del corazón. Fue vicepresidente del primer Congreso Hidrológico Nacional en 1888 en el que pronunció el discurso inaugural. (158)

En 1883 publicó unos “Apuntes para el estudio de las aguas minerales de Puente Viesgo” y en la Biblioteca de la Facultad de Medicina se encuentra la “Memoria anual acerca de las aguas minero-medicinales y estación balnearia de Betelu de 1890”, así como artículos en la “Revista del establecimiento balneario de Betelu” de los años 1891, 1892 y 1894.

Falleció el 30 de Julio de 1910, de forma inesperada, en el Balneario de Baños de Montemayor, que entonces regentaba.

ALBERTO DONATO ARMENDÁRIZ Y NAVARRO 1849 - ¿?

Nació en Chinchón, Madrid, en 1849, estudiando en la Universidad Central, graduándose como Bachiller en Artes en 1868 y licenciado en Medicina y Cirugía en 1872.

Se presentó a la oposición de 1874 al Cuerpo de Médicos Directores y en el año 1876 fue nombrado Médico Director del Balneario de Cervera de Río Alhama. Resultó ser un verdadero trotamundos, pues se trasladó, en 1878, a Caldas de Bohí, a Cortezubi en 1880, a Solares en 1882, a Puertollano en 1885, a Fitero Nuevo en 1886, a Ontaneda en 1890, a Trillo en 1894 y a Caldelas de Tuy en 1895.

Fue miembro fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica, en la que ocupó los puestos de bibliotecario, secretario y vicepresidente. Durante su acti-

vidad informó reglamentariamente de los Balnearios de Solares, Valfogona, en 1885, Arro, en 1885 y Larrauri en 1887 para su declaración de utilidad pública.

La Sociedad Española de Hidrología Médica publicó su “Discurso leído en la sesión de aniversario celebrada el día 17 de Febrero de 1891” en el establecimiento Tipográfico de Felipe Pinto de Madrid. (158)

También están publicadas sus “Memorias oficiales del establecimiento balneario de Caldelas de Tuy” de las temporadas de 1895, 96 y 97.

Publicó otros trabajos sobre temas relacionados con la Hidrología Médica como “Consideraciones sobre las cardiopatías y las aguas minero medicinales” y “Las estaciones Termales en la tisis pulmonar”. **Martínez Reguera** incluye 22 publicaciones de este autor (164)

JOAQUIN EDUARDO GURUCHARRI Y ECHAURI 1850-1920

Nació en Villafranca de Navarra en 1850, cursando sus estudios de segunda enseñanza en los Institutos de Pamplona y Zaragoza, graduándose de Bachiller en Artes en 1865.

Estudió medicina en Madrid, obteniendo el título de licenciado en Medicina y Cirugía en 1871 con premio extraordinario. Por oposición, fue médico de la Armada desde 1873 a 1874, tomando parte en los combates de Cartagena como tripulante de la fragata *Almansa*.

En abril de 1875 se le confirió la dirección interina del Balneario de Betelu y, por Real orden de Junio de 1876, fue nombrado Director de los Baños de Sobrón y Soportilla con la permuta entre 1884 y 1887 por Caldas de Cuntis.

Fue uno de los fundadores de la sociedad Española de Hidrología Médica y estando reputado como uno de los Médicos Directores más versados en Ciencias Químicas, fue vocal de los tribunales de oposición a baños en 1887 y 1893 y comisionado para reconocer los manantiales de Guesalaga, San Juan de Ugarte y Zuazo para su declaración de utilidad pública. (164) (242a)

Desde 1887 a 1896 presentó las preceptivas “Memorias correspondiente a la temporada oficial del establecimiento de aguas minerales de Sobrón y Soportilla”, que se encuentran en la Biblioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense, en 1903 publicó la “Memoria de las aguas minerales de Panticosa”

correspondiente al año 1898 y la “Guía del bañista en dicho establecimiento” de 1899. (169)

EDUARDO JOSÉ MORENO ZANCUDO 1853-1908

Nació el 21 de julio de 1853, en Oliva de Mérida, provincia de Badajoz. Hizo el bachillerato en el Colegio de San Antón de Madrid y estudió Medicina en la Facultad de San Carlos de la misma ciudad destacando por sus brillantes notas y premios, obtuvo el grado de licenciado a los diecinueve años y el de Doctor a los veinte con una tesis dedicada a las ulceraciones del yeyuno.

En la oposición de 1874 ganó la plaza de Médico Director de Baños, desempeñando las plazas balnearias de Cortegada (Coruña), Hervideros de Fuensanta, (Oviedo), Alange (Badajoz), El Molar (Madrid), Puertollano (Ciudad Real), Martos (Jaén), Cestona (Guipúzcoa), Alzola (Guipúzcoa), Nanclares de Oca (Álava), Elorrio (Vizcaya) y Moralzarzal (Madrid). (77)

Miembro fundador de la Sociedad Española de Hidrología Médica, fue Secretario de la Comisión organizadora, ocupando diferentes cargos de responsabilidad, como el de Vicepresidente de la Junta Directiva, Vocal de la Comisión de honor, miembro de la Comisión de redacción y publicaciones de los Anales, Redactor jefe y Director. En 1884 fue nombrado miembro correspondiente de la Sociedad Hidrológica de París.

Gracias a sus conocimientos de los idiomas francés y alemán tradujo, en 1883,

la obra del internista **Rudolf von Jaksch Ritter** (1855-1947): “Diagnóstico de las enfermedades internas por métodos bacteriológicos, químicos y microscópicos”.



Ferrán acompañado de sus colaboradores (de izquierda a derecha): Luis Comenge, Tolosa Latour, Inocente Paulí, Amalio Gimeno, Jaume Ferrán, Ángel Pulido, Moreno Zancudo y Ramón Serret

Entre sus obras impresas de Hidrología destacan sus trabajos sobre las “Aguas termales”, “El tratamiento termal durante el embarazo”, la “Hidroterapia en la infancia” y “Tratamiento hidromineral de las enfermedades del estómago”, así como, su colaboración en los Anuarios de los años 1888 y 1889.

Organizó el Congreso Hidrológico Nacional de 1888, ya que fue nombrado Secretario general. Pronunció el discurso de inaugu-

ración y presentó dos comunicaciones, con los títulos: “Indicaciones terapéuticas de las aguas de Alzola” y “Diferencias entre hidroterapia simple y la hidroterapia termal”.

Participó en el estudio sobre la comprobación de los trabajos que el doctor **Jaimé Ferrán i Clua** (1851-1929) llevó a cabo en Valencia, en 1885, dedicados a la inocularión anticolérica, padeciendo esta enfermedad mientras se encontraba en Zaragoza.

El doctor **Federico Rubio y Galí** (1827-1902) lo nombró, en 1892, profesor de enfermedades del aparato digestivo en su Instituto de Terapéutica Operatoria, que después sería denominado Instituto Rubio en el Hospital de la Princesa de Madrid. (253)

De manera inesperada, y de una hemorragia cerebral, falleció en La Toja el 28 de septiembre de 1908.

Estas son las breves semblanzas de los más conocidos médicos que en su labor profesional como directores de Balnearios realizaron o colaboraron directamente en la realización de los análisis de las Aguas Mineromedicinales de sus establecimientos. Pero hay más profesionales que se dedicaron a esta labor y su actividad quedó reflejada en los libros dedicados a la Hidrología.

Queremos ahora dejar noticia de ello reuniendo en forma de tablas lo que dejaron escrito los principales autores de textos de Hidrología Médica. Hemos visto como, en 1853, **Pedro María Rubio** publicaba su “Tratado sobre las “Aguas y baños minerales de España” y en 1866 **Antonio Casares Rodríguez** hacía lo propio con su “Tratado práctico de Análisis Química de las aguas minerales y potables”, en ambos aparece este tipo de información que nos parece muy adecuada para mostrar la actividad de los analistas españoles en estos cien años.

Del libro de **Pedro María Rubio**, primero cronológicamente, extraemos el siguiente resumen en el que se incluye el Balneario; el autor del análisis, la fecha de su realización y el tipo de análisis realizado, si es sólo el cualitativo o si alcanza a ser cuantitativo completo o, por lo menos, si incluye algunos datos de este tipo. También hemos añadido, cuando la conocemos, la actividad profesional del autor, entre paréntesis, la inicial M para designar a los médicos, la F, para los farmacéuticos y la Q para los químicos.

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Alange	José Alegre Galán (M)	1818	Cuantitativo
Alange	Julián Villaescusa (M)	1848	Cuantitativo
Alaraz	Francisco Esteban Lecha (M)	1753	Cualitativo
Alcantud	Juan Bautista Peset y Vidal	1853	Cualitativo
Alhama Aragón	Ramón Marconell (M)	1832	Cuantitativo
Alhama Aragón	Manuel Boquerin (M)	1849	Cuantitativo
Alhama Murcia	Agustín Juan Pobeda (F)	1797	Cuantitativo
Alhama Murcia	Anacleto Cela (Q)	1846	Cuantitativo
Alhama de Granada	Juan de Dios Ayuda (M)	1798	Cuantitativo
Alhama de Granada	Charles Giles Bridle Dauveny (1795-1867), de Oxford (Q)	1843	Cuantitativo
Alicún de Ortega	Juan de Dios Ayuda (M)	1793	Cuantitativo
Aliseda	Juan de Dios Ayuda (M)	1794	Cuantitativo
Almeida	Manuel Girón (F)	1752	Cualitativo
Almería	Juan de Dios Ayuda (M)	1798	Cuantitativo
Almería	Juan Bautista Solsona (F)	1822	Cuantitativo
Almería	Mariano José González Crespo (M)	1824	Cuantitativo
Añover de Tajo	Pablo Androver (F)	1825	Cualitativo
Antequera Fuente de Piedra	Juan de Dios Ayuda (M)	1798	Cuantitativo
Aramayona	José Laveria Basaez (M) Melchor Sánchez Toca (M)	1845	Cuantitativo
Aranjuez Amarga	Juan Gámez (M)	1771	Cuantitativo
Archena	Agustín Juan Poveda (F)	1798	Cuantitativo
Archena	Mariano José González Crespo (M)	1842	Cuantitativo
Archena	Nicolás Sánchez de Las Matas (M)	1846	Cuantitativo
Ardales	Juan de la Monja Pajares (M)	1819	Cualitativo
Arechavaleta	Diego Genaro Lletget (F) Vicente Santiago Masarnau (F) Melchor Sánchez Toca (M)	1843	Cuantitativo
Arenosillo	José Linares González (F), Francisco Avilés y Cano (F)	1836	Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Argentona	José Roura (Q)	1847	Cuantitativo
Arnedillo	Pedro Gutiérrez Bueno (F)	1801	Cuantitativo
Arnedillo	Josep Louis Proust (F)	1806	Cuantitativo
Arnedillo	José Elvira (F)	1837	Cuantitativo
Arteijo	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1849	Cuantitativo
Artiés	Antonio Giberga (M)	1848	Cuantitativo
Astillero de Guarnizo	Felipe Gregorio de Rióz (F)	1849	Cualitativo
Bar	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1840	Cuantitativo
Barambio	Fermín González Lopidana	1849	Cuantitativo
Bellús	Victoriano Usera (M)	1853	Cuantitativo
Belmonte	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)	1851	Cuantitativo
Benasque	Pedro Lucina (F)	1721	Cualitativo
Benavente	Juan Bautista Ibáñez (M)		Cualitativo
Benimarfull	Joaquín Fernández López (M)	1847	Cuantitativo
Beteta	Domingo García Fernández (Q)	1786	Cuantitativo
Bolívar	Rafael Cáceres (M)	1842	Cuantitativo
Boñar	Pedro Quiñones (Pedro Gómez de Bedoya?)		Cualitativo
Brozas	Rafael Cáceres (M) Francisco Montes (F)	1842	Cuantitativo
Burgas de Orense	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cuantitativo
Busot Cabezo de Oro	Agustín Alcón (F)	1815	Cuantitativo
Busot Cabezo de Oro	Joaquín Fernández López (M)	1839	Cuantitativo
Buyeres de Nava	Magín Bonet y Bonfill (Q) León Salmean (Q) Amilio Mestre (F)	1849	Cuantitativo
Caldas de Be-saya o Buelna	Juan José Argumosa (M)	1848	Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Caldas de Bohí	Francisco Carbonell Bravo (F)	1832	Cuantitativo
Caldas de Cuntis	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1849	Cuantitativo
Caldas de Estrac o Caldetas	Un químico francés	1824	Cuantitativo
Caldas de Mabella	Ramón Font Roura (M)	1847	Cuantitativo
Caldas de Montbuy	Ignacio Graells (M)	1840	Cuantitativo
Caldas de Oviedo	José Salgado Guillermo (M)	1849	Cuantitativo
Caldas de Reyes	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1837	Cuantitativo
Caldas de Tuy	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1849	Cuantitativo
Caldillas de San Miguel	Cristóbal Rodríguez Solano (M) Ildefonso Santos Moreno (F)	1839	Cuantitativo
Carballino y Partovia	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1849	Gases
Carballo	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1849	Cualitativo
Carbonera	Antonio Chalanzon (F)	1818	Cualitativo
Carratraca o Ardales	Félix Hoenseler (F) Melchor Sánchez Toca (M)	1817	Cuantitativo
Casa de Campo	Gerónimo Lorenzo (F) Antonio Moreno Ruiz (F) Miguel Pollo (F)	1842	Cuantitativo
Casares	Juan de Dios Ayuda (M)	1798	Cuantitativo
Cascante	Manuel Gil (M)		Cualitativo
Castañar de Ibor o Fuente de Loro	Real Colegio de Farmacia	1825	Cuantitativo
Castillejo Saelices	Antonio Moreno Ruiz (F)	1850	Cuantitativo
Cegama	José Ramón de Sagastume (M)	1849	Cuantitativo
Cestona	José Salgado y Guillermo (M)	1843	Cuantitativo
Cestona	Antonio Moreno Ruiz (F) Diego Genaro Lletget (F)	1845	Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Cestona	Justo María Zabala (M)	1849	Cuantitativo
Chiclana	Alonso García Louis Nicolas Vauquelin (F)	1820	Cuantitativo
Córcoles	Juan Gayan y Santoyo (M)	1760	Cualitativo
Coronada, Valverde del Camino	Análisis semejantes a los de Rio Tinto		
Cortegada	Benigno Pérez Miranda (M) Juan Antonio Prieto (M)	1847	Cualitativo
Cortezubi	Bruno López de Calle (F)	1850	Cuantitativo
Cuervo	José Miravete Martínez (M)		Cualitativo
Elgoibar	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Elorrio	Pedro Andrés Sánchez Toca (F)	1819	Cuantitativo
Elorrio	Juan Higinio Arenaza (F) Melchor Sánchez Toca Lobera (M)	1826	Cuantitativo
Entrambasmes- tas	Manuel Rióz y Pedraja (F)	1818	Cualitativo
Esparraguera de Olesa	Antonio Moreno (F)	1844	Cuantitativo
Espinosa de Los Monteros	Pedro Gutiérrez Bueno (Q)	1805	Cuantitativo
Espinoso del Rey	José María Paz Rodríguez (Q) (217)	1798	Cuantitativo
Ferrería o Pe- ralejo	Juan de Dios Ayuda (M)		Cuantitativo
Fitero Viejo	Ignacio (Mariano) Oliva (M)	1848	Cuantitativo
Fitero Nuevo	Igual al de Fitero Viejo		
Font Santa de San Pedro de Torello	Clemente Campá (M) Feu, Fortián (F)	1844	Cualitativo
Fontellas	Pedro Domingo (M)		Cualitativo
Fortuna	Juan López Esteve (M)	1847	Cualitativo
Frailes Alcalá la Real	Miguel Rodríguez (F)	1831	Cuantitativo
Frailes Alcalá la Real	José María Barraca (M)	1847	Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Fuencaliente	Carlos Mestre Porcar (M)	1840	Cuantitativo
Fuente Álamo	José Gómez (M)	1822	Cualitativo
Alcalá la Real	J. Maestre (F)		
Fuente Podrida de Requena	Joaquín Fernández López (M)	1850	Cuantitativo
Fuente Salud Zaragoza	Facultades de Medicina y Farmacia		Cuantitativo
Garriga La	Mateo Plandiura (F)		Cualitativo
Gavá	Francisco Samponts (M)	1791	Cuantitativo
Gaviria	José Ramón Sagastume (M) Melchor Sánchez Toca (M)	1844	Cualitativo
Gazte	José Ramón Sagastume (M)	1848	Cualitativo
Gerona	Pablo Cortada Castañer (F)		Cualitativo
Gigonza	Francisco de Paula Mejía (M)	1847	Cuantitativo
Goribargoiti	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Grábalos	José Elvira (F) (Q)	1846	Cuantitativo
Graena	Miguel Baldoví y Pallarés (M)	1845	Cuantitativo
Granja o Real Sitio San Ildefonso	Gerónimo Lorenzo (F)	1849	Cualitativo
Guardia Vieja	José Asenjo Cáceres (D)	1847	Cuantitativo
Guardia Vieja	Manuel Romero Albacete (M) Francisco Montells y Nadal (Q)	1852	Cuantitativo
Guitiriz	Victoriano Pereira Parada (M)	1849	Cualitativo
Hecho	Juan Monja y Pajares (M)	1832	Cuantitativo
Hermida La	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)		Cuantitativo (61)
Hermida La	Monserrat (Q)	1847	Cuantitativo
Hervideros de Fuensanta	Gregorio Bañares (F)	1819	Cuantitativo
Hervideros de Villar del Pozo	José Torres (M)	1822	Cuantitativo
Hervideros del Emperador	José Torres (M)		Cualitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Hervideros del Emperador	Nemesio Lallana (F)	1850	Cualitativo
Horcajo de Lucena	Tomás Sánchez (Q) Matías Sánchez (Q)	1819	Cuantitativo
Humera	Enciso, José (F), Ruiz Del Cerro (F), Gregorio Bañares Barrenechea (F)	1791	Cuantitativo
Iguruzaga	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Incio	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cuantitativo
Jabalcuz o Jaén	Juan de Dios Ayuda (M)	1798	Cuantitativo
Jaraba	Ignacio Uriotia (M) Jose Escriba (M), Santiago Gil (F)	1849	Cualitativo
La Toja o Loujo	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1846	Cuantitativo
Landete	Colegio Farmacéuticos de Madrid		Cuantitativo
Lanjarón	Juan Bautista Solsona (F)	1824	Cuantitativo
Lanjarón	Miguel Baldoví y Pallares (M)	1833	Cuantitativo
Lanjarón	Miguel Medina Estévez (M)	1840	Cuantitativo
Lasao	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Lasarte	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Lastres	Antonio Chalanzon (F)		
Ledesma	Ignacio José López (M)	1840	Cuantitativo
Ledesma	Ángel Villar y Pinto (F)	1845	Cualitativo
Les	Fontán (Q) Inspector de Bagnères	1836	
Liérganes	Ramón de La Herrán (M) Pedro Cárcova Gómez (M)	1848	Cuantitativo
Limpias	Antonio Moreno (F)		Cuantitativo
Linares de Segovia	Sandalio Palomino (M)		Cualitativo
Losa (La)	José Bibiano (M)		Cualitativo
Lucainena de Las Torres	Francisco Montells Nadal (Q) Gaspar Molina Capel (M)	185?	Cuantitativo
Lugo	Domingo Ramírez Guerra (M)		Cualitativo
Malahá o Malá	Manuel Rodríguez y Carreño (M)	1848	Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Marbella	Juan de Dios Ayuda (M)	1794	Cuantitativo
Marmolejo	Vicente Ortí Criado (M)	1827	Cuantitativo
Martos	Manuel María de Luna (M)	1844	Cualitativo
Melón	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cualitativo
Mendaro	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Mende Santa Eufemia	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1866 ?	Cuantitativo
Molar	Mariano José González Crespo (M)	1837	Cuantitativo
Molar	Diego Genaro Lletget (F), Antonio Moreno(F), José Abades y Rezano (M)	1846	Cuantitativo
Molgas	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cuantitativo
Molina de Aragón	Sebastián Palacios (M), Ramón Gutiérrez (F)	1837	Cualitativo
Molina de Aragón	Pascual Bailón Herguetan	1844	Cuantitativo
Molinar de Carranza	Pedro Gutiérrez Bueno (F)	1798	Cualitativo
Molinar de Carranza	Juan Higinio Arenaza (F)	1830	Cuantitativo
Moncada y Reyxach	Francisco Samponts (M)	1792	Cuantitativo (244)
Monforte	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cualitativo
Montemayor	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)	1849	Cuantitativo
Mula	Serafín García Clemencín (M)	1848	Cualitativo
Muñana	Francisco Esteban Lecha (M)	1753	Cualitativo
Munategui	José Ramón Sagastume (M)		Cualitativo
Navajas	Faustino Vazquez (M)		Cualitativo
Navalpino	Ramón Capdevilla (M) Ángel Matilla (M)	1828	Cuantitativo
Navalpino	Ignacio Cabrera (F) Ramón Ruiz (F) José Yela (F) Pascual Pardo Jiménez (M)	1844	Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Navas de Buitrago	Gerónimo Benito (M)		Cualitativo
Novelda	Joaquín Fernández López (M)	1851	Cuantitativo
Olapoto de Oñate	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Ontaneda y Alceda	Manuel Rióz (Q) Melchor Sánchez Toca (M)	1849	Cuantitativo
Orense Burga	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cuantitativo
Oyarzun	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Oza	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cualitativo
Panticosa	José Herrera Ruiz (M)	1844	Cuantitativo
Paracuellos de Giloca	Simón Moncín (M)	1850	Cuantitativo
Paterna	Juan de Dios Ayuda (M)	1794	Cuantitativo
Paterna de la Rivera	Francisco de Paula Mejía (M)	1842	Cuantitativo
Penaguila	Joaquín Fernández López (M)	1847	Cuantitativo
Peralta o Val de La Cueva	Antonio Moreno (F), Diego Genaro Lletget (F)	1850	Cuantitativo
Pórtugos	Juan De Dios Ayuda (M)		Cuantitativo
Prelo	José Rodríguez González Trabanco (M)	1851	Cuantitativo
Puda La	Antonio Moreno (F)	1844	Cuantitativo
Puente Viesgo	Juan de Mata Herreros (M) Iñiguez (F)		Cuantitativo
Puertollano	Antonio Moreno (F)	1832	Cuantitativo
Quinto	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)	1846	Cuantitativo
Requena	Joaquín Fernández López (M)	1850	Cualitativo
Ribas Gerona	Luis Bach (F)	1830	Cuantitativo
Rio Tinto	Antonio Moreno (F)	1849	Cuantitativo
Rivera Alcalá La Real	José María Barraca (M)		Cuantitativo
Rubena	Bonifacio Gil Rojas (M) Francisco Rexis de Cisneros (F)	1849	Cualitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Sacedón o Isabela	Antonio de Borbón (Q)	1808	Cuantitativo
Sacedón o Isabela	Manuel Pérez Manso (M), Rafael Sáez Palacios (F)	1844	Cuantitativo
San Adrian y La Losilla	Juan Manuel Cañón (M) Manuel Ródiguez Palencia (F)	1851	Cuantitativo
San Agustín	Diego Genaro Lletget (F) Vicente Santiago Masarnau (F)	1840	Cuantitativo
San Antolin Apatriz Vergara	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
San Hilario Socalm		1779	Cuantitativo
San Juan de Azcoitia	Bonifacio Gil Rojas (M), Juan López de Heredia (F)	1847	Cuantitativo
San Juan de Azcoitia	José Ramón Sagastume (M)	1848	Cuantitativo
San Juan de Campos	Juan Ignacio Estelrich (M)	1844	Cuantitativo
San Marcial	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
San Pedro de Villamajor	Tomas Balvey (F)		Cualitativo
Santa Águeda Mondragón	Pedro Sánchez Toca y Lobera (F)	1826	Cuantitativo
Santa Águeda Mondragón	Antonio Moreno (F)	1826	Cuantitativo
Santa Águeda Mondragón	Melchor Sánchez Toca (M)	1846	Cuantitativo
Santa Catalina Vergara	José Ramón Sagastume (M)	1849	Cualitativo
Santa Columba de Piedra Furada	Víctor González (M)		Cualitativo
Santa Cristina de Bea	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cualitativo
Santa Maria de los Ángeles Tremo	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cualitativo
Santaella	Joaquín Hidalgo		Cualitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Segorbe	Faustino Vazquez (M)		Cualitativo
Segura de Aragón	Ignacio María Saball	1819	Cuantitativo
Sierra Alhamilla	Mariano José González Crespo (M)		Cuantitativo
Solán de Cabras	Domingo García Fernandez (Q) Pablo Forner (M)	1786	Cuantitativo
Solán de Cabras	Antonio Moreno (F)	1826	Cuantitativo
Solares	Antonio Moreno (F)	1828	Cuantitativo
Sublantina	Antonio Chalanzon (F)	1821	Cuantitativo
Tardón de Aznalcollar	José María de La Cuadra (M)	1839	Cuantitativo
Teruel	Laboratorio de Química de Madrid	1788	Cualitativo
Tiermas	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)	1845	Cuantitativo
Titus o Arenys de Mar	Un químico francés	1824	Cuantitativo
Torre San Miguel Zaragoza	José Camps y Camps (Q)		Cuantitativo
Trillo	Casimiro Gómez Ortega (F) Pedro Gutiérrez Bueno (Q) Manuel Enrique de Paiva	1778	Cuantitativo
Trillo	José María Brull (M)	1818	Cuantitativo
Trillo	Mariano José González Crespo (M)	1844 1847	Cuantitativo
Urberuaga de Alzola	Antonio Moreno (F), Diego Genaro Lletget (F)	1848	Cuantitativo
Vacía Madrid	Juan Gámez (M)	1770	Cualitativo
Valdelacueva	Antonio Moreno (F), Diego Genaro Lletget (F)	1850	Cuantitativo
Vilo o Rozas Puebla de Periana	Miguel González Galiano (M)	1848	Cualitativo
Villacarrillo	Marcos Martínez Rey (M)	1850	Cualitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Villafafila Fuente Bodonsa	Agustín Rueda (F)	1852	Cuantitativo
Villatoya	Francisco Miner (Q) Antonio Benlloc (Q)	1846	Cuantitativo
Villavieja de Nules	Real. Laboratorio Madrid	1788	Cualitativo
Villavieja de Nules	José Menchero (M)	1840	Cuantitativo
Zaldivar o Zaldúa	Antonio Moreno (F), Diego Genaro Lletget (F) Melchor Sánchez Toca (M)	1844	Cuantitativo
Zújar, Benza-lema o Baza	Juan de Dios Ayuda (M)	1793	Cuantitativo
Zújar, Benza-lema o Baza	José María Raja Bermúdez (M)	1844	Cuantitativo

El autor hace un resumen general de las aguas analizadas incluidas en su libro y estas son 188, mientras que los *analizadores*, mantengo la palabra del texto, son 86 médicos, 57 farmacéuticos y 9 químicos con un total de 282 trabajos analíticos.

ANTONIO CASARES RODRIGUEZ

El libro de Don **Antonio Casares**, publicado en 1866, lleva el título de “Análisis Química de las aguas Minerales y Potables”, y como subtítulo y en letra mucho más pequeñas, “*con indicación de las fuentes minerales más notables de España, su composición, enfermedades á cuya curación se aplican, y numero de de enfermos que a ellas acuden anualmente*”

Parece correcto pensar que el catedrático de Química, gallego, preparó un texto propio de su labor docente, como era la enseñanza de la Química, al que añadió una segunda parte con los resultados analíticos de las aguas, muchos de ellos realizados en su laboratorio.

En el prólogo habla de la “*publicación por don Pedro Rubio de una importante obra en que describe todas las fuentes minerales que entonces tenían dirección facultativa y cuyo número asciende á 80, y además otras 1107 que no la tienen*”.

Después, indica que ha utilizado las obras **J. Lefort, Heinrich Rose, Fresenius, Liebig, Fontán, Anglada, José Vicente Fillol y Dupasquier** añadiendo luego: “yo no hago más que coordinar los materiales según mi plan, y elegir cuando hay varios caminos para llegar á un punto el que me parece más fácil y seguro”.

A lo largo del texto aparecen alusiones al de **Pedro María Rubio**, no muy elogiosas como cuando al hablar de las aguas de Cortegada afirma que “no contienen ácido carbónico ni carbonato cálcico, como equivocadamente dice el señor **Rubio** en su obra de aguas minerales”.

El párrafo siguiente seguramente va dirigido a los médicos directores teóricamente conocedores de las técnicas de análisis químico. “No se crea por esto que los no conocedores de la ciencia podrán hacer el análisis de un agua mineral tomando esta obra por guía; de ningún modo. El análisis de las aguas minerales es de los problemas más difíciles de la química, por que entran muchos cuerpos á componerlas, y la mayor parte en tan pequeña proporción, que es necesario hábito en las operaciones analíticas para no cometer graves errores; y este hábito no se adquiere con la lectura de los libros sino con la práctica de los laboratorios; pero el que la tenga, acaso encuentre aquí algunas útiles indicaciones”.

Posteriormente, explica la razón de ser de la segunda parte de su libro. “Después de exponer los métodos analíticos, me ha parecido oportuno poner algunos ejemplos de análisis tomados de los que ejecuté con aguas de varias clases, para que se comprenda más fácilmente el método operatorio, y el modo de agrupar después las sustancias para expresar la composición del agua mineral”.

No deja dudas, el profesor gallego, de sus intenciones y todavía lo hace de forma más directa cuando termina el prólogo deseando que su trabajo sea “útil á los Profesores de medicina, á los enfermos y al país”.

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Alange	José Alegre Galán (M)	1818	Cuantitativo
Alcantud	En libro de Pedro María Rubio (M)		Cualitativo
Alhama de Aragón	Manuel Boquerin (M)		Cuantitativo (113), (206)
Alhama de Murcia	Anacleto Cela (Q). En el laboratorio de Dumas		Cuantitativo
Alhama de Granada	Charles Giles Bridle Dauveny (F). De Oxford		Cuantitativo
Aramayona	José Laveria y Basaez Melchor Sánchez de Toca (M)	1865?	Cuantitativo
Archena		1846	Cuantitativo
Arechavaleta	Diego Genaro Lletget (F) Vicente Santiago Masarnau (F) Pedro Sánchez Toca (F)	1843	Cuantitativo
Arenosillo	Avilés y Cano, Francisco		Cuantitativo
Arnedillo			Cuantitativo
Arteijo	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1857	Cuantitativo
Bañolas Fuente hedionda	En la obra de Pedro María Rubio (M)		Cualitativo
Belmonte Des-peño	Antonio Moreno (F), Diego Genaro Lletget (F)		Cuantitativo
Benimarfull	Joaquín Fernández López (M)		Cuantitativo
Burgas de Orense	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1866	Cuantitativo
Busot Cabezo de Oro	Agustín (Andrés)Alcón (F)	1815	Cuantitativo
Buyeres De Nava	Magín Bonet y Bofill (Q) León Salmean (Q) Amalio Mestre (F)	1849	Cuantitativo
Caldas de Bolú	Francisco Carbonell y Bravo (F)	1832	Cuantitativo
Caldas de Cuntis	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1837	Cuantitativo
Caldas de Cuntis	Isidoro Ortega (M)	1865	Cuantitativo
Caldas de Estrac Caldetas	Raimundo Monasterio y Correa	1850	Cualitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Caldas de Matabella	Ramón Font Roura (M)		Cuantitativo
Caldas de Montbuy	Sin mencionar		Cuantitativo
Caldas de Oviedo	José Salgado Guillermo (M)		Cuantitativo
Caldas de Reyes	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1837	Cuantitativo
Caldelas de Tuy	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1851	Cuantitativo
Caldeliñas	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1854	Cuantitativo
Carballino y Partovia	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cualitativo
Carballo	Rodríguez (Q)	1862	Cuantitativo
Carratraca Ardales	José Salgado Guillermo (M) Casares no menciona al autor	1861	Cuantitativo
Casa de Campo	Gerónimo Lorenzo Antonio Moreno (F) Miguel Pollo		Cuantitativo
Cestona	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)	1845	Cuantitativo
Chiclana	En el libro Pedro María Rubio (M)		Cuantitativo
Cortegada	Benigno Pérez Miranda (M) Juan Antonio Prieto (M)		Cualitativo
Elorrio Isasi	Higinio Arenaza Melchor Sánchez Toca (M)		Cuantitativo
Fitero Viejo	Ignacio Oliva		Cuantitativo
Frailes y la Rivera	José María Barraca (M)		Cuantitativo
Fuente Santa de Gayangos	En Diccionario de Pascual Madoz		Cualitativo
Gijonza	Francisco de Paula Mejía (M)		Cuantitativo
Graena	Miguel Baldoví y Pallarés (M)		Cuantitativo
Grábalos	José Elvira (F) (Q)		Cuantitativo
Guardia Vieja			Cuantitativo
Hermida La	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)		Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Hermida La	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)		Cuantitativo
Hervideros de Fuensanta	Gregorio Bañares (F)	1819	Cuantitativo
Incio	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1864	Cuantitativo
Jabalcuz Jaén	Juan de Dios Ayuda (M)		Cualitativo
La Toja Loujo	Antonio Casares Rodríguez (Q)		Cuantitativo
Laguna de La Higuera			Cualitativo
Lanjarón	Miguel Medina Estévez (M)		Cuantitativo
Ledesma	Publicado en El Siglo Medico	1855	Cuantitativo
Liérganes y Solares	Antonio Moreno (F)		Cuantitativo
Loeches	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)	1850	Cuantitativo
Loeches	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1859	Cuantitativo
Lucainena	Francisco Montells y Nadal (Q)		Cuantitativo
Lugo	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1852	Cuantitativo
Malá	Manuel Rodríguez Carreño		Cualitativo
Marmolejo	Vicente Ortí y Criado (M)		Cuantitativo
Martos	Sin mencionar		Cualitativo
Mende	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1866 ?	Cuantitativo
Molgas	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1860	Cuantitativo
Montemayor	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)		Cuantitativo
Navalpino	En libro de Pedro María Rubio (M)		Cuantitativo
Ontaneda y Alceda	Melchor Sánchez Toca (M)		Cuantitativo Gases
Panticosa	José Herrera y Ruiz (M)		Cuantitativo
Paracuellos de Giloca	Simón Moncín (M)	1850	Cualitativo
Paterna de La Rivera	Francisco de Paula Mejía (M)		Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Puda	Vicente Munner (F)	1863	Cuantitativo
Puente Viesgo	En libro de Pedro María Rubio (M)		Cuantitativo
Puente Viesgo	Juan de Mata Herrero (M) Iñiguez (F)		Cuantitativo
Puertollano	Antonio Moreno (F)	1832	Cuantitativo
Quinto	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)	1846	Cuantitativo
Sacedón o Isabela	Manuel Pérez Manso (M) Rafael Sáez Palacios (F)		Cuantitativo
Saelices	Antonio Moreno (F)		Cuantitativo
Salinetas de Novelda	Joaquín Fernández López (M)		Cuantitativo
San Adrian	Juan Manuel Cañón		Cuantitativo
San Gregorio de Brozas	En libro de Pedro María Rubio (M)		Cualitativo
San Juan de Azcoitia	Bonifacio Gil Rojas (M), Juan López de Heredia (F)		Cuantitativo
San Juan de Campos	En libro de Pedro María Rubio (M)		Cuantitativo
Santa Águeda Mondragón	Antonio Moreno (F)		Cuantitativo
Segura de Aragón	Ignacio María Saball	1819	Cualitativo
Sierra Alhamilla	Mariano José González Crespo (M)		Cuantitativo
Solán de Cabras	Domingo García Fernández (Q)	1787	Cualitativo
Solán de Cabras	Antonio Moreno (F)	1826	Cuantitativo
Sousas Verin	Antonio Casares Rodríguez (Q)	1854	Cuantitativo
Sublantina	Antonio Chalanzon (F)	1821	Cuantitativo
Tiermas	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)		Cuantitativo
Trillo	“Noticia abreviada Establecimiento”		Cuantitativo

BALNEARIO	AUTORES	FECHA	TIPO
Urberuaga de Alzola	Antonio Moreno (F) Diego Genaro Lletget (F)		Cuantitativo
Vacía Madrid			Cualitativo
Velo o Rozas Puebla de Periana	En libro de Pedro María Rubio (M)		Cualitativo
Villanueva de La Tavira			Cualitativo
Villatoya	En el Siglo Médico	1859	Cualitativo
Villavieja de Nules	José Menchero (M)		Cuantitativo
Zaldívar Zaldúa	Antonio Moreno (F), Diego Genaro Lletget (F) Melchor Sánchez Toca (M)	1844	Cuantitativo
Zújar			Cuantitativo

En el año 1892 publicó en Madrid el Ministerio de Fomento un libro titulado *Monografía de las aguas minerales y termales de España* firmado en el prologo por el inspector general, Jefe del servicio Estadístico Minero, señor **Federico Botella y de Hornos**, (1822-1899), geólogo e ingeniero de minas, en el que se encuentra un capítulo denominado *Análisis de las aguas minerales y termales*.

En este capítulo están recogidos, por orden alfabético de las provincias donde se encuentran, los análisis de las aguas minerales y en la mayoría de ellos se incluye el nombre de los analistas, y en menor número la fecha del trabajo.

Teniendo en cuenta la fecha de la publicación podemos considerar que los análisis se realizaron durante el siglo que hemos considerado como eje en este trabajo. En la tabla adjunta están clasificados, por orden alfabético de autores, los análisis encontrados en el texto incluyendo en cada autor el número de manantiales que estudió y el nombre de los mismos.

NOMBRE	MANANTIAL
Abades y Rezano, José (M) (1)	El Molar
Abray, José	Santa Filomena de Gomilaz
Ágreda Madariaga, Domingo (Q)	Sobrón y Soportilla
Areses, Juan	Caldelas De Tuy
Ayuda, Juan de Dios (M)	Pórtugos o Pitres
Baldoví y Pallarés Miguel (M)	Graena
Bañares, Gregorio (F)	Sumasaguas
Bonet y Bonfill, Magín (Q)	Escoriaza Cortézubi Elorrio
Bonilla Miret, Santiago (Q)	Puente Viesgo
Cabrera, Ignacio	Navalpino (11)
Cajigal, José María	Caldas de Besaya Corconte
Calderón Arana, Tomás Laureano (M)	Arro Cestona Fuensanta de Gayangos Villatoya
Calleja y Vicario, Nicolás	La Malá
Camps y Camps, José (Q)	Torre De San Miguel
Capdevila, Ramón	Tiermas
Carbonell y Bravo, Francisco (F)	Caldas Bohí
Casares Rodríguez, Antonio (Q)	Arteijo,

	Bouzas Caldas de Cuntis Caldas de Reyes Carballino Carballo La Toja, Lugo Mondariz Partovia
Castillo Ordóñez, José	Gigonza
Celada, Arturo A. de	San Juan de Ugarte
Chalanzon, Antonio (F)	Sublantina
Codina Längliu, Ramón	Caldas de Estrach Caldas de Montbuy La Garriga. Manantial de Roselló Laguna de Petrola Rubinat Zuazo
Colegio de Farmacia de Madrid	Landete
Córdoba y Sécora, Tirso de	Montemayor
Doz y Gómez, Enrique	Bruyeres de Nava
Elvira, José	Grávalos Arnedillo (197)
Enciso, José	Sumasaguas
Escalante González, José	Corconte Caldas De Besaya,
Fajardo	Santa Ana,
Farmacia Central de Francia	Panticosa
Faure y Salas, Raimundo	Hervideros Emperador
Fernández Campa	Frailes y la Ribera
Fernández López, Joaquín	Busot Penaguila
Ferrari Scardini, Carlos	Aramayona
Frades	Buyeres de Nava
Garagarza y Dugiols, Fausto	Alsásua Aramayona Arechavaleta Fortuna Gaviría Insalus La Maravilla de Loeches

	Molinar de Carranza Nanclares de Oca
García Fernández, Domingo	Sumasaguas, Beteta
García López, Anastasio	Segura de Aragón
Genovés y Tío, José	Fuensanta de Gayangos
Gil y Rojas, Bonifacio	San Juan Azcoitia,
Gil Rodríguez	Alhama de Almería
Góngora y Joanico, Luis de	La Puda
González Crespo, Mariano José	Trillo
Grande, José	Panticosa
José Herrera Ruiz,	Panticosa
Horques y Fernández, Juan B^a	Villar del Pozo
Jiménez Frías, José. En la Escuela Nacional de Minas	Alhama de Almería, (208) Familia
Lletget, Diego Genaro	La Hermida Montemayor, Tiermas, Urberuaga
Llopis Bañón, Joaquín	Cucho
López Fernández, José	Chiclana
López Gómez, Francisco	Sobrón y Soportilla,
López Heredia, Juan	San Juan Azcoitia,
Luanco, José Ramón de	Segalés
Manjarrés y Bofarull, Ramón	Caldas de Estrach San Hilario,
Martín Pérez, Domingo	Arlanzón
Mascaró, Juan	Bañolas
Mestre y Marzal	Puertollano
Mestre y Porcar, Carlos	Fuencaliente Puertollano
Escuela Nacional de Minas	La Garriga Blancafort Salinetas de Novelda
Mislata	Cucho
Monasterio y Correa, Raimundo	Villaro
Montells, Francisco	Sierra Elvira
Moreno Ruiz, Antonio	La Hermida Montemayor Tiermas, Urberuaga

Munner y Valls, Vicente	La Garriga La Puda Nuestra Señora de Las Mercedes Tona
Oliva, Mariano 1846	Fitero Viejo,
Palacios, Félix (F)	Aramayona
Palomares, Eduardo	Lanjarón Zújar
Pardo Jiménez, Pascual	Navalpino
Puerta y Ródenas, Gabriel de la	La Inesperada Marmolejo Medina del Campo Monasterio de Piedra Paracuellos de Giloca Santa Ana
Ranz de la Rubia, Enrique	Frailes y la Ribera
Rióz Pedraja, Manuel	Cervera de Rio Alhama Escoriaza (Torrevaso) Liérganes Quinto Santa Filomena de Gomillaz (179)
Rodríguez Ávila, Manuel	Chiclana La Malá
Rodríguez, José María	Espinoso del Rey
Rodríguez Sánchez, Remigio	San Juan de Azcoitia
Ruiz, Ramón	Navalpino
Ruiz de Salazar, Manuel	Ontaneda Y Alceda,
Ruiz del Cerro, Casto	Sumasaguas
Sádaba García del Real, Ricardo	La Fe del Portillo de Villalba
Sáenz Díez, Manuel	Alhama de Aragón (91) Aliseda Arnedillo Betelu (223) Cortézubi Elorrio Escoriaza La Margarita de Loeches La Muera de Urbieto Laguna Petrola Larrauri Ledesma

	Ormaiztegui Santa Águeda Urberuaga de Ubilla Zaldivar (2)
Sáez de Montoya, Constantino	Sacedón o la Isabela
Sáez Palacios, Rafael	Aramayona Ontaneda y Alceda Alhama de Aragón. (10) Solán de Cabras Sacedón
Salgado Guillermo, José	Carratraca, Caldas de Oviedo Alhama de Aragón
Sánchez Toca	Fuensanta de Gayangos
Sauponts, Francisco	Gavá
Sellés y Castro, Juan	Alfaro
Soler y Sánchez, José (1840-1908)	Orito Cucho, Solán Cabras Gaviria
Torá y Ferrer, Benito	La Garriga. Manantial de Martí
Torres Muñoz de Luna, Ramón	Carabaña
Tremols Borrell, Federico	Segalés Puig de las Ánimas
Urrutia, Ricardo de	Hervideros del Emperador
Usera y Alarcón, Gabriel	Panticosa
Usera y Alarcón, Victoriano	Panticosa
Utor, Luís María	Solán de Cabras Sacedón Cestona
Vera y López, Vicente de	Salinillas de Buradón
Villafranca, Benigno	Bellús
Villar Alegre	Calzadilla Del Campo
Yáñez Girona, Agustín	Bellús
Yela, José	Navalpino
Zapata, Isidro	Yémeda
Zavala, Justo María	Archena

En esta tabla vemos muchos nombres de médicos directores, farmacéuticos y químicos, pero podemos destacar por el número de manantiales analizados a don **Manuel Sáenz Díez** con 16, a don **Antonio Casares Rodríguez** con 10, a don

Fausto Garagarza y Dugiols con 9, a don **Gabriel de la Puerta y Ródenas** y a **Ramón Codina Längliu** con 6, a don **Manuel Rióz Pedraja** con 5, y a don **Laureano Calderón Arana**, a don **Ramón Codina Längliu**, a don **Diego Genaro Lletget**, a don **Antonio Moreno y Ruiz** y a don **Vicente Munner y Valls**, con 4 cada uno.

Además hay recogidos otros tres autores con tres análisis y diez con dos. Conocidos analistas y profesores aparecen en la lista como autores de este tipo de trabajo así **Juan de Dios Ayuda, Magín Bonet y Bonfill, José Camps y Camps, Francisco Carbonell y Bravo, Anastasio García López, José Ramón Fernández de Luanco, José Salgado y Guillermo, Ramón Torres Muñoz de Luna, Federico Tremols y Borrell y Yáñez Girona**.

Los profesores **Francisco Maraver e Iluminada Corvillo** en el “*Balnea*” número 2 de 2006 hicieron un metódico y profundo estudio sobre la Historia de la Sociedad Española de Hidrología Médica en el Siglo XIX. Este trabajo destaca algunas circunstancias de gran importancia en el caso de los análisis de las aguas españolas y muy especialmente para mí el que expongo a continuación, verdadero relato realizado en tiempo real, como decimos hoy.

En el año que cierra nuestro trabajo, 1884, se iniciaron en dicha sociedad unas sesiones en las que la disertación tenían un título general muy alarmante, relacionado directamente con los análisis de las aguas mineromedicinales: “*¿Reúnen las condiciones que el estado actual de la ciencia reclama los análisis químicos que existen sobre las aguas minerales declaradas de utilidad pública? En caso negativo, ¿debe esta sociedad solicitar del Gobierno que se rectifiquen los que aparezcan defectuosos?*”.

En las diferentes sesiones dedicadas a exponer y defender estos temas participaron, en algunos casos acaloradamente, médicos hidrólogos muy relevantes entre los que hay que destacar a **Rosendo Castells, Alberto Armendáriz, Anastasio García López, Laureano Calderón, Benigno Villafranca Alfaro e Hipólito Rodríguez Pinilla**.

El ponente fue el doctor **Eduardo Gurucharri** que indicó que “*Así como en Francia estuvo encargado durante muchos años M. Longchamps de hacer al pie del manantial el estudio químico de las principales aguas minerales francesas, cuyo análisis data de época lejana. Nuestro Gobierno, al dictar el Reglamento de 1868, no se limitó a exigir el análisis completo de las aguas cuya declaración de utilidad se solicitase, sino que además, y para las aguas que ya habían obtenido esa declaración dispuso en el artículo 8º; que una comisión permanente de la Real Academia de Medicina procediera a hacer o rectificar el análisis de todas las*

aguas minerales, obligando a los propietarios de esta a satisfacer los gastos consiguientes.”

El doctor **Gurucharri** describió en la primera sesión dedicada a este asunto que para hacer el estudio completo de un agua mineral es necesario practicar primero el análisis Cualitativo que nos da a conocer todos los elementos que entran a formar parte de su composición, después el Cuantitativo, que sirve para determinar la proporción numérica que corresponde a cada uno de esos elementos, y por fin, el hipotético, en el cual deducimos la forma y proporción en que están combinados los diversos componentes del agua, cuya existencia y cantidad nos demostraron los dos análisis anteriores.

El reglamento de 1874 exigía que el análisis estuviera hecho por persona competentemente autorizada, el doctor **Gurucharri** se preguntaba: *¿Cuáles son personas competentemente autorizadas para poder analizar aguas minerales? Legalmente, tienen competencia y autorización para ello todos los que posean ciertos títulos universitarios, y entre ellos los de Doctor en Medicina o en Farmacia; pero científica y prácticamente, ¿bastan estos títulos para que concedamos la competencia necesaria para practicar el análisis de un agua mineral?*

El ponente había puesto el dedo en la llaga y pedía a sus compañeros que contestaran a su pregunta cuando terminara su exposición. Con más conocimientos que los que inicialmente decía poseer repasaba el modo de trabajo de un analista, hablándonos de la marcha analítica Cualitativa, pero sólo de las operaciones gravimétricas necesarias para el análisis Cuantitativo.

Después deja claro la situación existente en la química en el momento de su disertación cuando dice: *“que el análisis solo le da conocer los cuerpos simples, ácidos y bases que el agua contiene, y necesita saber que sales forman estos agentes en sus en sus combinaciones recíprocas para que por la naturaleza y cantidad de sales encontradas pueda juzgar y comprender la manera de obrar las aguas.”*

El autor recomienda que se publique la descripción completa y detallada del análisis experimental y que tanto este como el hipotético deben expresarse siempre con toda claridad y detalle. En su disertación habla del “químico”, profesión que según el mismo dice no tenía la titulación necesaria para practicar los análisis. De estos concluye que son pocas las publicaciones de análisis que reúnan las condiciones enumeradas y expone que *“desgraciadamente son muchas las declaradas de utilidad pública, en cuyos análisis encuentro lunares de mayor o menor importancia.”*

Según el autor faltan los trabajos a pie de manantial, se han realizado en el laboratorio con cantidades demasiado pequeñas de muestra, hay composiciones hipotéticas en discordancia con los caracteres físicos de las aguas, cantidades fabulosas de gases, en la mayor parte de los casos sólo se dispone del análisis hipotético, que no puede servirnos para probar todos los defectos del análisis y en bastantes casos se aprecia una falta absoluta de todo trabajo analítico, o a lo más sólo hay un ensayo Cualitativo.

Desconozco la formación analítica que tenía el Doctor **Gurucharri**, sí que era médico director de Sobrón y Soportilla, pero aparte de desconocer la teoría de la ionización, cosa lógica pues se expuso ese mismo año, tenía muy claro el trabajo necesario para realizar un análisis completo, y se adelantaba mucho a su época buscando la calidad del trabajo realizado, la forma de exponer los resultados y la metodología seguida.

En su trabajo expone que existían veinte establecimientos, algunos de ellos de importancia, que en aquellos momentos, a pesar de estar declarados de utilidad pública y explotarse medicinalmente, carecían por completo de análisis químico.

Estos eran: Carballino y Partovia, Cortejada, Alfaro, Borines, Chulilla, Fuente Álamo, Elejabeitia, Fuenteamargosa, Martos, San Vicens, Vilo, Fitero Nuevo, Salinas de Rosio, San Bartolomé de la Cuadra, Jaraba, La Salvadora, Alcantud, Argentona, Valdeganga y Bouzas. Un total de veinte establecimientos con cuarenta manantiales en explotación, pero sin analizar.

El autor encontró otro grupo de establecimientos que teniendo en explotación varios manantiales de diferente caudal y temperatura solo tenían analizado alguno de ellos.

Estos eran veintidós: Alicún, Caldas de Bohí, Caldas de Cuntis, Carballo, Montemayor, Buyeres de Navas, Caldas de Mombuy, Molías, Mondariz, Alhama de Murcia, Busot, Tiermas, Frailes y la Rivera, Fuensanta de Gayangos, Arteijo, Estadilla, Segura de Aragón, Loujo, Puertollano, Caldas de Reyes, y Graena. Un total de veintidós establecimientos, con ciento tres manantiales en explotación y sólo treinta y uno analizados.

En un tercer grupo coloca los manantiales cuyos análisis, en concepto de la Comisión redactora del Anuario oficial de 1878, son defectuosos, siendo necesario practicar otro nuevo y completo.

Los establecimientos que se encontraban en estas condiciones eran: Horcajo de Lucena, Belascoain, Fuencaliente, Caldas de Bohí, San Gregorio de Brozas, Frailes

y la Rivera, Fitero Viejo, El Molar, Paterna y Gigonza, Alhama de Murcia, Villatoya, San Adrián, Guardiavieja, Fuensanta de Gayangos, Sierra Alhamilla, Buyeres de Nava, Fuensanta de Lorca, Arenosillo, Cucho, Santa Filomena de Gomilaz, Barambio, Caldas de Malabella, Montanejos, Alicún, Ontaneda y Alceda, Benimarfull, Fuente podrida, Lucainena, Marmolejo, Jabalcuz, Villarta y Panticosa. (181), (240), (241).

El ponente ante estos listados de establecimientos sin análisis o con análisis defectuosos decía “*cabe preguntarnos: ¿que establecimientos tenía acreditados analíticamente de forma correcta, para los conocimientos del momento, sus manantiales?* Pero hay más, el doctor **Gurucharri** abordó con valentía el repaso de los manantiales que según su parecer: “*El Anuario oficial se limita a hacer muy ligeras observaciones sobre los defectos de sus análisis y creo que tengo necesidad de exponer detalladamente los motivos en virtud de los cuales creo que dichos análisis son defectuosos y deben rectificarse*”.

En los diferentes Anales están minuciosamente descritos los defectos que encontró en el análisis de los distintos establecimientos españoles, incluido el que él dirigía. Vamos a resumir sus apreciaciones para conocer los mayores problemas de los análisis y luego las respuestas de algunos de los aludidos.

Villar de Pozo: Análisis realizado por el Sr. **José Torres** en 1822, desconfía de los datos por los progresos que había tenido la Química desde entonces.

Caldas de Mombuy: Análisis realizado en 1823 por el Sr. **Ignacio Graells**, por el mismo motivo que el anterior y por la existencia de un informe de época posterior con diferentes resultados

Solares: Análisis realizado en 1828 por el Sr. **Antonio Moreno**, sin determinación de los gases, el agua se clasificó como clorurado sódica y un análisis de los señores **Agustín Lacort y Ruiz**, y **José María Bonilla Carrasco** de 1876 las clasifica como bicarbonatadas. (139)

Caldas de Cuntis: Análisis realizado por el distinguido Sr **Antonio Casares Rodríguez** en 1837, sin datos a pie de manantial, que no permite analizar el ácido sulfhídrico que da olor a los doce manantiales.

Graena: Análisis practicado por **Miguel Baldoví y Pallarés** en 1847 sobre los manantiales Fuente Teja y Tejuela de los que no analizó los gases aunque decía que desprendían burbujas. El análisis realizado por el mismo técnico, no indica sobre que manantial se realizó y aunque si tenía análisis de gases no expresaba como se encontraba un decigramo de sesquióxido de hierro en el agua.

Trillo: Dispone de dos análisis practicados el primero en 1847 por don **Mariaño José González Crespo** y el otro por el Sr. **Sáenz Diez** en 1868. Los resultados se expresan en granos y décimas de grano referidas a cuatro libras de agua sin especificar que tipo de libra. Posteriormente en el “Anuario oficial” se dan en gramos por 1000 gramos de agua habiéndose realizado mal el cálculo y resultando una concentración cuatro veces mayor. El trabajo del Sr **Sáenz Diez** no tiene el análisis de los gases.

Caldelas de Tuy: Análisis realizado por el Sr **Antonio Casares** en 1850 sin análisis a pie de manantial y sin mencionar el ácido sulfídrico que fue probado por los señores **Rosendo Castells y Desiderio Varela Puga**.

Lugo: Analizado por el Sr. **Antonio Casares Rodríguez** en 1852, a pesar del olor a huevos podridos y el desprendimiento de gases abundantes no tienen análisis a pie de manantial ni determinación del “*estado en que el azufre se encuentra*”.

Salinetas de Novelda: Analizado en 1858, por el Sr **García Baeza** tiene en el “Anuario oficial” un error en la cantidad de ácido sulfídrico que indica es de 413 milésimas cuando realmente son 413 centímetros cúbicos en el certificado del analista. También la mineralización parece no encontrarse acorde con el sabor salino, el analista da 754 mg y un tanteo del Sr **Recaredo Pérez Bernabéu** da 28 gramos más acorde con la propiedad organoléptica tan acusada.

Molgas: Analizado por el doctor **Antonio Casares Rodríguez** en 1860, no indica cual de los tres manantiales es el analizado.

Puertollano: Analizado en 1872 por D. **Carlos Mestre y Marzal**, según los cálculos realizados por **Gurucharri** con los resultados del analista, cada litro de agua contiene más de diez metros cúbicos de gases, *¡una sorprendente maravilla de la naturaleza!*.

Nuestra Señora de Abella: Analizadas por el Sr. **Manuel de Centenera** en 1871, no se analizaron los gases.

Ledesma: Analizado por el Sr. **Manuel Sáenz Díez** en 1874, no se realizó el análisis a pie de manantial y la cantidad de ácido sulfídrico que incluyen algunos de los análisis “*haría irrespirables más de 34 millones de metros cúbicos de aire al día*”.

Caldas de Estrach o Titus: Analizado en fecha desconocida por el Sr. **Novellas**, sin trabajos a pie de manantial y con pocos datos de su composición.

Caldas de Reyes: Analizado por el doctor **Antonio Casares Rodríguez** en 1866, no se realizó análisis a pie de manantial, ni se indica a que manantial pertenece y, “*presenta una simplicidad sospechosa de la composición de las aguas*”.

Bañolas: Dispone de un análisis del Sr. **Pedro Roqué y Paganí** de 1859 y otro del Sr. **Mascaró** de 1869 con mineralizaciones tan dispares como once gramos según el análisis de **Rogué** y solo un gramo para el del segundo analista. Algo parecido ocurre con el azufre reducido y con los boratos que en el primer análisis alcanzan dos gramos y medio por litro.

Baños viejos de Carballo: Dispone de un análisis sulfhidrométrico del doctor **Antonio Casares**, defectuoso según **Gurucharri** porque “*supone que todo el azufre reducido está como sulfuro sódico, sin mencionar el ácido sulfídrico predominante en sus gases y mencionado por el Sr. Mourero del que no se sabe ni cuando, ni como, ni sobre que manantial realizó sus determinaciones*”.

Baños nuevos de Carballo: “*El análisis que existe del Sr. Casares es de época desconocida, y tampoco se sabe a cuál de los manantiales se refiere. No se ha debido hacer el estudio de los gases, porque no menciona ni el nitrógeno, ni el ácido carbónico, y lo que es más notable, ni el ácido sulfídrico, que les da olor a huevos podridos*”.

Prelo: Es anónimo y de fecha desconocida y la cantidad de sulfídrico indicada no podría clasificarla como sulfuradas como dice el “Anuario oficial”.

Busot: Analizado en fecha indeterminada por el Sr. **Joaquín Fernández López**, se desconoce que manantial es el analizado, y extraña la carencia de cloruro sódico cuando el agua tiene sabor salado y más de tres gramos de materias fijas. (217)

Sieteaguas: El “Anuario” del señor **Taboada** y la “Hidrología médica” del señor **García López** publican el mismo análisis, anónimo y sin fecha, con origen desconocido.

Sobrón y Soportilla: Es el mismo **Gurucharri** quien habla de la carencia de documentación en este establecimiento cuando, en 1876, se hizo cargo como médico director del Balneario. Disponía de un análisis químico en cuya calidad no tenía ninguna fe, circunstancia que le confirmó en ese mismo año “*un distinguido y antiguo catedrático de la Facultad de Ciencias de Madrid, cuya pericia en el análisis de aguas minerales es universalmente reconocida*”.

El análisis de ambos manantiales fue practicado en el laboratorio de Valladolid por los Doctores Ágreda y López, catedráticos de química y Física respectivamente. Es tan malo el análisis que no puedo por menos que hacer su crítica para demostrar que la Administración debe obligar a todos los propietarios que se encuentran en análogas circunstancias, a presentar verdaderos análisis hechos con arreglo a los adelantos de la Química.

Estos datos sobre los análisis de las aguas mineromedicinales españolas sacados a la luz por uno de los socios de la Sociedad Española de Hidrología ponen al descubierto la verdadera situación de esta cuestión pues nos encontramos que existía:

Carencia de análisis conocidos en muchos establecimientos, aun cuando dispusieran de documentación oficial que les capacitaba para su uso.

Falta de rigor analítico en otros, fruto de malas tomas de muestra, sin el trabajo a pie de manantial y sin pruebas de calidad de los resultados.

Antigüedad de algunos análisis, para los que el paso del tiempo había dejado obsoletos los métodos de trabajo e incluso los avances teóricos que hemos mencionado y que ya deberían haber sido incorporados por los autores.

Tampoco debe extrañarnos esta situación pues hemos visto las dificultades de los analistas, químicos y farmacéuticos para formarse en una España azotada por toda suerte de calamidades político sociales, en donde se producía la fuga de cerebros, la carencia de centros de formación e incluso problemas de transporte y seguridad.

Las contestaciones de algunos de los aludidos resaltan esta situación e incluso descubren otras, como la indiferencia, cuando no el desprecio, de los médicos por la composición química de las aguas dejando sólo a la experiencia clínica la aplicación de las mismas.

El Sr **Moreno Zancudo** defendió que el análisis micrográfico puede servir para mucho dentro del conocimiento Qualitativo de las aguas minerales pues “*basta llevar una gota de agua al porta objetos del microscopio para conocer con bastante exactitud la composición de aquella por su cristalización; la dificultad más grande depende de lo incompletos y complicados que son los estudios de cristalográfica micrográfica que ahora empiezan, pues solamente del carbonato de cal se han encontrado mas de 400 formas distintas*”.

Las investigaciones cristalográficas fueron introducidas por **Lovitz** a finales del siglo XVIII, aunque muchos años antes, en 1679 **A. van Leeuwenhoek** había pre-

sentado un trabajo a la Real Sociedad de Londres, titulado: "On the Figures of salts" en el que demostraba la posibilidad de identificar sustancias químicas por medio de su aspecto cristalino observado bajo el microscopio. Estos trabajos fueron continuados en la primera mitad del siglo XIX por el francés **François Vincent Raspail**, el alemán **Pieter Harting** (1812-1885), y más tarde por el profesor **Emmanuel Boricky** (1840-1881) en Praga y **K. Haushofer** en Munich. (51), (84)

El Sr **Castells**, aclaró que las aguas de todos los manantiales de Caldas de Montbuy son de igual composición y que el análisis que remitió a la Exposición de Fráncfort "obtuvo una alta recompensa".

Sí se muestra de acuerdo con otras situaciones. *"Hallase conforme en cuanto a la resistencia que en general hacen los propietarios para la práctica de completos y exactos análisis, lo mismo que en lo de pedir al Gobierno obligue a que se ejecuten aquellos por personas competentes, aun cuando a la vez el Director los revise".*

El Sr **Armendáriz**, considerándose aludido por **Gurucharri** al mencionar los resultados del análisis químico de las aguas de Solares argumentó que: *"el concepto químico en hidrología, hoy por hoy, no puede juzgarse más que como un poderoso auxiliar de los fisiológicos y clínicos, que con el tiempo alcanzará más importancia a medida que se vayan perfeccionándose los análisis hipotéticos y experimental".*

Cree que el análisis Cualitativo de este manantial; *"da una idea bastante perfecta de los elementos que constituyen aquellas aguas."*. En cuanto al análisis Cuantitativo solo le consta el practicado en 1826 por el Laboratorio del Real Colegio de San Fernando que sirvió como fundamento para construir el balneario y acepta con el Sr **Gurucharri** *"los errores crasísimos en que abunda este estudio y por lo mismo hace caso omiso de él"*.

El Sr **Armendáriz** presentó los resultados de sus estudios micrográficos concluyendo que las aguas de Solares están constituidas por cloruros de sodio y magnesio, bicarbonatos de cal, magnesia, sosa y potasa y por sulfato de cal.

Siguió en las replicas el Doctor **Anastasio García López** en su calidad de medico director de los baños de Ledesma, autor de una obra de Hidrología médica e individuo del Anuario oficial de las aguas minerales de España. Opina que: *"El conocimiento químico de las aguas minerales, es más que otra cosa una curiosidad científica, un medio cuyo fin puede conducirnos a obtener algo de razón, no la razón en absoluto de las indicaciones que aquellas han de llenar."*

Sus observaciones vistas a más de cien años de distancia indican que no conocía o aplicaba las ideas de **Svante Arrhenius** sobre la disociación cuando decía: "Por

el análisis llega a saberse lo que se saca de las aguas, es decir, las bases y los ácidos que contienen, las sales que unas y otros forman, pero no la manera como en la naturaleza están constituidas; razón por la que se da a aquél el nombre fundado de hipotético”.

A pesar de todo lo que expuso, concluyó admitiendo la necesidad de constituir una comisión analizadora de aguas, y de rehacer el estudio químico de algunos balnearios aunque juzga que no hacía falta una impugnación tan contundente como la de **Gurucharri**, que juzgaba un descrédito para la Hidrología Médica española.

El Sr **Calderón** en su turno de réplica reconoce la falta de apoyo de la Administración pública al trabajo de los directores médicos a los que: *reconoce la suficiente competencia para ejecutar los análisis químicos de las aguas minerales, desde el momento en que al ingresar en el Cuerpo, se nos exigen los conocimientos necesarios para ellos, y cada uno puede adquirir la suficiente práctica.* Quizás sin querer el Sr **Calderón** daba la explicación del problema que sin duda existía, los médicos directores conocían la teoría del análisis químico que se realizaba en España en su época pero no podían adquirir ni aplicar los conocimientos prácticos para realizarlos.

Para finalizar su réplica exponía que la Comisión analizadora debería recaer en individuos del Cuerpo que practicasen los análisis químicos e hicieran el estudio fisiológico, clínico, terapéutico y topográfico de cada Establecimiento.

El Sr **Gurucharri** en su turno de contrarréplica añadió algunos datos interesantes como cuando explico que: *”en las oposiciones a Médicos directores no hay ningún ejercicio práctico capaz de demostrar esa competencia, y puede muy bien haber un gran químico que carezca de la práctica suficiente a pesar de poseer los más completos conocimientos teóricos, como el señor Armendáriz, habiendo otros en cambio que reúnan ambas circunstancias, como el Sr Salgado.”*

No sabemos si fue por este debate, pero si podemos decir que a partir de estas fechas se aprecia una mayor publicación de memorias de Médicos Directores y propietarios en las que se incluían análisis de las aguas.

En este capítulo dedicado al análisis de las Aguas Mineromedicinales españolas encontramos biografías de Médicos directores de baños, esto no quiere decir que no existieran otros analistas que se dedicasen a estos trabajos, pero los hemos colocado en los capítulos anteriores dedicados a la Química, desarrollados para acercar al lector al conocimiento de la situación de esta técnica en estos años de 1784 a 1884.

Así hemos biografiado analistas de aguas en el capítulo de la Ciencia en España como **Antonio José Cavanilles**, **Antonio Pineda** y **Ramírez del Pulgar**, **José**

Camps y Camps y Joaquín Balcells y Pascual y en el dedicado a la Química en general a químicos como **Francisco Chavaneau, Joseph Louis Proust, Domingo García Fernández, Francisco Carbonell y Bravo, Antonio Moreno y Ruiz, Ramón Torres Muñoz de Luna, José Ramón Fernández de Luanco y Riego, Federico Tremols y Borrell y Santiago Bonilla Mirat**.

Como representantes de la Química analítica española, especialistas en el estudio de las aguas, hemos estudiado a científicos de la talla de **Pedro Gutiérrez Bueno, Antonio Casares Rodríguez, Manuel Rióz y Pedraja, Magín Bonet y Bofill, Vicente Munner y Valls, Fausto Garagarza y Dugiols, Gabriel de la Puerta Ródenas, Juan Ramón Gómez Pamo y Eugenio Piñerua Álvarez**, prácticamente la totalidad de los que ejercieron la docencia ocupando las cátedras de esta joven ciencia en el periodo de nuestro trabajo.

Por fin como médicos directores con una adicional formación en química encontramos a **Ignacio Graells y Ferrer, Manuel Ruiz de Salazar y Fernández, Mariano de La Paz Graells y de La Güera, José Elvira, Mariano Del Amo y Mora, José Salgado y Guillermo, Vicente Santiago Masarnau Fernández, Domingo Ágreda y Madariaga, Manuel Guillermo Sáenz Díez Pinillos, y Ramón Manjarrés y Bofarull**,

Son una treintena de científicos españoles que dedicaron sus esfuerzos para conseguir que se conociera la composición de las Aguas Mineromedicinales de nuestro país y divulgar sus beneficios. Cuando buscábamos sus biografías en la red de Internet nos encontrábamos con una falta de información, cosa que no ocurre con sus colegas extranjeros, sirva este trabajo para destacar sus esfuerzos y hacerlos llegar a los lectores, arropándolos con los datos de los principales científicos de aquellos momentos.

Sin llegar a tener la consideración de capítulo dedicaré unos párrafos a poner fin a este trabajo en donde se han unido los analistas y las aguas mineromedicinales durante un siglo importantísimo para el desarrollo de todas las ciencias

Tomo prestado el precioso título del libro de **César Antonio Molina**; “Lugares donde se calma el dolor”, pero no lo refiero a los enclaves llenos de fascinación que describe el autor gallego, lo aplico a los balnearios, lugares donde también se mitiga e incluso se elimina el padecimiento. (172)

A esta acción curativa contribuyen de manera primordial las aguas mineromedicinales y además todo su entorno, el ambiente balneario, que las rodea. Pero sin duda fueron las aguas, con sus olores, colores y vapores, las que se mostraron a los

hombres animándoles a probarlas y a relacionar sus características con sus efectos beneficiosos, un verdadero ejercicio de análisis.

Desde aquellas primeras y elementales pruebas organolépticas hasta los modernos sistemas de análisis de nuestros días, automáticos y en línea, apenas si hay doscientos años, un suspiro de tiempo, pero muchos golpes de ingenio y esfuerzos técnicos. El conocimiento del contenido de las aguas mineromedicinales constituyó un reto para los analistas, y un motivo de discusión para los médicos hidrólogos. ¿Era preferible conocer sus efectos terapéuticos o su composición?

Hoy sabemos que ambos están ligados, que a una composición corresponde un comportamiento terapéutico y que conociendo la primera, mediante el análisis, podemos predecir su acción. Así lo decía el profesor **Luis Granjel**; “*La investigación química permitió conocer los componentes que otorgaban el poder terapéutico que de modo empírico se venía atribuyendo a muy diversas aguas minero-medicinales y termales, y la falta de recursos curadores con acción efectiva sobre buen numero de dolencias crónicas favoreció, indirectamente, la aceptación del remedio que de modo natural ofrecía la naturaleza*”. (126)

En los últimos años muchos historiadores de la Ciencia han disminuido el protagonismo del mismo **Lavoisier**, como eje de la química en los primeros años incluidos en nuestro trabajo, distribuyéndolo entre otros actores, que desarrollaron su actividad en campos emergentes como la enseñanza oficial, la agricultura y la ingeniería y la farmacia en países diferentes de Francia, la potencia química de entonces. (196)

Algo de esto ocurrió también en España, químicos, farmacéuticos, médicos e ingenieros consiguieron resultados importantes en estos campos de la Ciencia, en peores condiciones sociales y económicas que sus vecinos europeos. Sus nombres deberían ser mejor conocidos y sus tareas más valoradas por todos nosotros y especialmente por los jóvenes, para demostrar que el esfuerzo y la dedicación acaban dando frutos y beneficios. Este trabajo intenta homenajear muy sencillamente a nuestros científicos, analistas e hidrólogos.

Bibliografía

Para establecer la bibliografía de este texto he utilizado la disposición indicada por **Humberto Eco** (88) que me parece la más adecuada de las muchas que se han propuesto y que proporciona una descripción del escrito sencilla, completa y fácil de utilizar.

1. **Abades y Rezano, José.** *Memoria de las aguas mineromedicinales, azoado sulfurosa del Molar.* Mariano Deliras. Madrid 1846.
2. **Aguilera, Luis María.** *Baños de Zaldivar en Zaldúa (Vizcaya).* Delmás. Bilbao. 1881.
3. **Alonso, Abraham., Otero Luis.** *150 días que cambiaron el mundo.* Muy Historia, nº 23, 2009.
4. **Alonso Fernández, J., García Solá, Eduardo., Sebastián y Barrachina, Francisco.** *Ánalisis y Memoria sobre las Nuevas Aguas Termales de Alhama de Granada.* La Revista de Loja. 1886.
5. **Álvarez, Antonio.** *Ánalisis de las aguas potables y minerales del Partido de Puebla de Trives.* Rodríguez Rubial. Santiago. 1859.
6. **Álvarez Alcalá, Francisco.** *Formulario universal. Guía práctica del médico, del cirujano y del farmacéutico.* Ángel Calleja. Madrid. 1850.
7. **Álvarez Alcalá, Francisco.** *Manual de las Aguas Minerales de España y principales del extranjero.* Ángel Calleja. Madrid. 1850.
8. **Anderson, Winslow.** *Mineral Springs and Health Resorts of California.* Pacific Medical Journal. 1889.
9. **Anónimo.** *Lavoisier y Cauchy. Entre escombros y polvo.* Investigación y Ciencia. Octubre 1993. nº 205 pg. 35-36.

10. **Anónimo.** *Reseña de las termas y establecimientos de baños de la propiedad de don Manuel Matheu en el término de Alhama de Aragón.* Labajos. Madrid. 1865.
11. **Anónimo.** *Noticia de las aguas Minero-Medicinales, acídulo-carbónicas con hierro de Navalpino en la provincia de Ciudad Real.* Diego Valero. Madrid. 1869.
12. **Anónimo.** *Aguas minerales de Sobrón Gaseoso Alcalinas y de Villanueva de Soportilla.* José Iturbe. Vitoria. 1868.
13. **Anónimo** *¿La primera fotografía de la historia?*. Historia de Iberia Vieja. N° 36, pg 7.
14. **Anónimo.** *Baños minerales sulfurosos de Las Salinetas de Novelda.* Rivadeneyra. Madrid. 1861?
15. **APHA. AWWA. WPCF.** *Métodos Estándar para el examen de Aguas y Aguas de Desecho.* Editorial Interamericana. México. 1963
16. **Arago, Santiago.** *Viaje alrededor del mundo.* Gaspar Roig. Madrid. 1851.
17. **Aragón de la Cruz, Francisco.** *Historia de la Química. De Lavoisier a Pauling.* Editorial Síntesis. Madrid. 2004
18. **Aragón, Santiago.** *Un relevo generacional en la historia natural española. La Gasca y Graells: Del Científico liberal al naturalista isabelino.* Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia. 2006, Vol LVIII, n° 2, julio diciembre págs. 203-230.
19. **Arias Anglada, Rosa María.** *La obra médica del Doctor Juan B. Foix y Gual (1780-1865).* Gimbernat, 1996, 26, 239-246.
20. **Armijo de Castro, Francisco.** *Membranas artificiales.* Tesis doctoral, UCM. Madrid. 1989.

21. **Armijo de Castro, Francisco.** *En memoria de un hidrólogo.* Jornadas Nacionales de la Sociedad Española Hidrología Médica. Madrid. 24-25 Noviembre 1994
22. **Armijo de Castro, Francisco.** *Viajes de Agua.* Pirineum. Zaragoza. 2007.
23. **Armijo Valenzuela, Manuel.** *Compendio de Hidrología Médica.* Oteo. Madrid. 1968.
24. **Armijo Valenzuela, Manuel.** *Médicos hidrólogos ilustres. Homenaje al Dr. Anastasio García López en el centenario de su fallecimiento.* Bol. Soc. Esp. Hidrol. Med. Vol XII, Nº 3. Madrid. 1997. 153-156.
25. **Arnús, Manuel., Borrell, F.** *Balneario de San Felipe Neri.* Hospicio. Madrid. 1870.
26. **Arnús, Manuel., Borrell, F.** *Hidrología Mineral Médica. Baños minerales artificiales y aguas minerales, naturales y artificiales, potables.* Galiano. Madrid. 1873.
27. **Arnús Manuel.** *Guía del bañista en Panticosa. Breve reseña acerca del origen de este establecimiento.* Calisto Ariño. Zaragoza. 1877.
28. **Arribas Jimeno, Siro.** *Introducción a la Historia de la Química Analítica en España.* Universidad de Oviedo. Oviedo. 1985.
29. **Arsuaga Ferreras, Juan Luis.** *El reloj de Mr Darwin.* Temas de hoy. Madrid. 2009.
30. **Arsuaga Ferreras, Juan Luis.** *De Azara a la Cueva de Chaves.* Heraldo de Aragón. Zaragoza. 24/05/2009.
31. **Arrhenius, Svante.** *Destinies of the Stars.* En Aldiss, Bian (Ed) *All about Venus.* Dell. New York. 1968.
32. **Arrhenius, Svante., Borns, H.** *The Most Beautiful and Profound Creation Myths.* Kessinger. La Vergne, TN, USA. 2009.

33. **Arrhenius, Svante.** *The Life of the Universe: As Conceived by man from the Earliest Ages to the Present Time* (1909). Kessinger. Milton Keynes. UK. 2009.
34. **Asimov, Isaac.** *Breve Historia de la Química*. Alianza. Madrid. 1979.
35. **Asimov, Isaac.** *La búsqueda de los elementos*. Plaza y Janés. Barcelona. 1983.
36. **Asimov, Isaac.** *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología (Cuatro volúmenes)*. Alianza. Madrid. 1987.
37. **Auban y Bonell, Carlos.** *Tratado de Aguas Minero Medicinales ó Guía para su estudio, análisis y aplicaciones terapéuticas*. Pedro Montero. Madrid. 1859.
38. **Avery, David.** *Nunca en el cumpleaños de la Reina Victoria. Historia de las minas de Río Tinto*. Editorial Labor. Barcelona. 1985.
39. **Ávila Granados, Jesús.** *El libro negro de la Historia de España*. SWING. Barcelona. 2008.
- 39a. **Ayuda, Juan de Dios.** *Examen de las aguas medicinales de mas nombre que hay en las Andalucias*. Imprenta Real. Madrid. 1798
40. **Babini, José.** *Historia sucinta de la Ciencia*. Espasa Calpe. Buenos Aires. 1951.
41. **Babor Joseph A., Ibarz, José.** *Química General Moderna*. Manuel Marín. Barcelona. 1958.
42. **Balcells y Camps, Antonio.** *Oración inaugural en la abertura del Real Colegio de Farmacia de San Victoriano de Barcelona*. Barcelona. 1815.
43. **Ball, Philip.** *Una biografía del Agua*. Turner. Madrid. 1999.
44. **Baroja, Pío.** *El Árbol de la Ciencia*. Alianza Editorial. Madrid. 1968.
45. **Baroja, Pío.** *Desde la última vuelta del camino*. Planeta. Barcelona. 1970.

46. **Barjot, Pierre. y Savant, Jean.** *Historia Mundial de la Marina.* Continente-Hachette. Madrid. 1965.
47. **Barron, Harry.** *Modern Plastic.* Chapman & Hall. London. 1949.
48. **Bauer, Hugo.** *Historia de la Química.* Editorial Labor. Barcelona. 1933
49. **Bensaude Vincent, Bernadette., Stengers, Isabelle.** *A History of Chemistry.* Harvard University Press. Cambrige. 1996.
50. **Bergman Torbern Olof.** *De Analysis Aquarium Holmiae.* Upsaliae Aboae 1779.
51. **Bermejo Martínez, Francisco.** *Tratado de Química Analítica Cuantitativa.* Coruña. 1963.
52. **Bertomeu Sánchez, José Ramón., García Belmar, Antonio.** *La revolución Química. Entre la historia y la memoria.* Universidad de Valencia. Valencia 2006.
- 52a **Berzelius, Jöns Jacob.** *De L'analyse des Corps Inorganiques.* Paris 182.
53. **Bonilla Mirat, Santiago.** *Tratado de Química General.* Andrés Martín, Valladolid. 1897
54. **Boutron Ch., Boudet F.** *Hydrotimétrie. Nouvelle méthode pour déterminer les proportions des matières en dissolution dans les eaux de sources et rivières.* Paris 1856
55. **Bouzas, Pemón.** *La conquista del Norte.* Clío Historia, Nº 94. 2009. pg 60 -67.
56. **Bove Giacomo.** *Expedición a la Patagonia. Un Viaje a las tierras y mares australes (1871-1872).* Ediciones Continente. Buenos Aires. 2005.
57. **Bowles, Guillermo.** *Introducción a la historia natural y a la geografía física de España.* MAXTOR. Valladolid. 2007.

58. **Boyle, Robert.** *Física, química, y Filosofía Mecánica*. Alianza Editorial. Madrid. 1985.
59. **Broutá, Julio.** *La ciencia moderna sus tendencias y cuestiones con ellas relacionadas*. Montaner y Simón .Barcelona. 1897.
60. **Bryson, Hill.** *Una breve historia de casi todo*. RBA. Barcelona. 2008.
61. **Buylla y Alegre, Arturo.** *Ensayo monográfico de las aguas Clorurado sódicas de las Termas de la Hermida*. Sucesores de Rivadeneyra. Madrid. 1884
62. **Calvo, Felipe.** *La España de los Metales*. Patronato Juan de la Cierva. Madrid. 1964.
63. **Calvo, Gabriel.** *Monografía de las aguas sulfurado, sulfídricas, nitrogenadas del Establecimiento Viejo de Arechavaleta*. El Liberal. Madrid. 1885.
64. **Candel Vila, Rafael y al.** *Historia Natural. Geología*. Instituto Gallach. Barcelona. 1971
65. **Canella Secades, Fermín.** *Historia de la Universidad de Oviedo*. Universidad de Oviedo. Oviedo. 1995.
66. **Carbonell Relat, Laureano.** *Isaac Peral*. Investigación y Ciencia. Nº 149. Febrero 1989. pg 6 -12.
67. **Casares, Antonio.** *Análisis de las aguas minerales de Caldas de Reyes y Caldas de Cuntis*. Compañel. Santiago. 1837.
68. **Casares, Antonio.** *Análisis de las aguas minerales descubiertas en la Isla de Loujo o Toja Grande*. Santiago. 1841.
69. **Casares, Antonio.** *Reconocimiento y análisis de unas aguas minerales nuevamente descubiertas en Carballo*. Manuel Miras. Santiago. 1862.
70. **Casares, Antonio.** *Tratado práctico de Análisis Química de las Aguas minerales y potables*. Ángel Calleja. Madrid. 1866.

71. **Castellanos de Losada, Basilio Sebastián.** *Corona científica literaria, artística y política del caballero aragonés Azara.* Fuentenebro. Madrid. 1856.
72. **Cavanilles, Antonio José.** *Observaciones sobre la Historia Natural, Geografía, Agricultura, Población y Frutos del Reyno de Valencia.* Albatros. Valencia. 1995.
73. **Cid Manzano, Ramón.** *El Congreso de Karlsruhe: Paso definitivo hacia la Química Moderna.* Rev. Eureka. Divul. Cien., 2009, 6(3). pp. 369-407
74. **Cohen, Bernard.** *Revolución en la ciencia.* Barcelona. Gedisa. 1989. 207
75. **Continenza, Bárbara.** *Darwin.* Investigación y Ciencia. Temas 54. 2008.
76. **Corona Baratech, Carlos.** *Transito del siglo XVIII al siglo XIX.* En: Historia de la Universidad de Zaragoza. Editora Nacional. Madrid. 1983.
77. **Corvillo Martín, Iluminada.** *Los Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica. Indización y Juicio Crítico (1877-1898).* Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 1994.
78. **Creus, Juan.** *Noticia acerca del agua mineral del manantial de San José de la Aliseda. La Carolina.* Madrid. Sucesores de Rivadeneyra. 1887.
79. **Curtman, Luis.** *Ánalisis Químico Cualitativo.* Manuel Marín. Barcelona. 1959.
80. **Chinchilla Piqueras, Anastasio.** *Historia general de la medicina española.* López y Cía. Valencia. 1841-1846
81. **Darwin, Charles.** *Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries Visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world.* Ward, Lock and Co. London. 1890.
82. **De Andrés y Hernández, Saturio.** *Memoria sobre las aguas hidrosulfurosas a la vez que salinas, templadas y muy calientes de la Villa de Zújar en la provincia de Granada.* Orga. Madrid. 1838.

83. **Delgado Bedmar, José D.** *Carlos Marín del Romeral, primer director del Balneario de Puertollano.* Cartas desde Toledo.
84. **Delly, John Gustav.** *The Literature of Classical Microchemistry, Spot Tests, and Chemical Microscopy.* Modern Microscopy Journal. February 26, 2006.
85. **Deming, Horace.** *Química General.* Uteha. México. 1957.
86. **Díaz Peña, M., Roig, A.** *Química Física.* Editorial Alhambra. Madrid. 1975.
87. **Dillon, John Talbot.** *Travels through Spain with a view to illustrate the natural history and physical geography of that kingdom in a series of letters.* Londres. 1780. **Villar Garrido, Jesús., Villar Garrido, Ángel.** *Viajeros por la historia. Extranjeros en Castilla la Mancha.* Guadalajara. Toledo. Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha, 2006
88. **Eco, Humberto.** *Como se hace una tesis.* Gedisa, Barcelona. 1986
89. **Eckart, Wolfgang y Gradmann, Christoph,** *Hermann Helmholtz.* Investigación y Ciencia. Nº 224, mayo 1995, pg 16-25
90. **Fábregas, Pere.** *Un científic catalá del segle XIX. Joseph Roura i Estrada (1787- 1860).* Enciclopédia Catalana. Barcelona.1993.
91. **Fagés y Virgili, Juan.** *Los químicos de Vergara y sus obras.* Real Academia de Ciencias. 1909.
92. **Feijoo y Montenegro, Benito Jerónimo.** *Teatro critico. Cartas Eruditas.* Instituto Estudios Políticos. Madrid. 1947.
93. **Fernández Carril, Antonio.** *Acción terapéutica de las Aguas Minero Termales de Alhama de Aragón.* Ramírez. Barcelona. 1866.
94. **Fernández González M., Gago Bohórquez R.** *La medicina en la obra científica de Francisco de Paula Montells y Nadal (1813-1893).* Asclepio 1980, vol. 32, pp. 151-159.

95. **Fernández de Navarrete, Martín.** *Descripción geográfico-histórica de la villa de Ábalos en La Rioja.* Boletín de la Real Academia de la Historia. Tomo 1, Año 1877
96. **Fernández Sanz, Fernando.** *La construcción de Locomotoras de Vapor en España.* Trea. Asturias. 2001.
97. **Ferraté Pascual, Gabriel. (Director).** *Diccionario de términos Científicos y Técnicos.* Planeta De Agostini. Barcelona. 1987.
98. **Ferreira Fernández, Myriam.** *Los Ágreda: La evolución de la escultura del taller barroco a la academia neoclásica.* Tesis doctoral Universidad de la Rioja 2008
99. **Folch Jou, Guillermo.** *Los farmacéuticos en la química.* Inspección general de Farmacia. Madrid 1954.
100. **Folch Jou, Guillermo.** *Historia de la Farmacia.* Madrid. 1972.
101. **Folch Jou, Guillermo.** *El Real Colegio de Farmacia de San Fernando.* Instituto de España Real Academia de Farmacia. Madrid. 1977.
102. **Folch Jou, Guillermo., Santamaría Arnáiz, Matilde.** *Los análisis de aguas en la España de la Ilustración.* Universidad Complutense, Facultad de Farmacia. Madrid, 1983.
103. **Forcadell Álvarez, Carlos.** *La Universidad de Zaragoza en la Época Isabélica (1845-1868).* En Historia de la Universidad de Zaragoza. Editora Nacional. Madrid. 1983.
104. **Fresenius, Remigio.** *Tratado de Análisis Química Cuantitativa.* Pascual Aguilar. Valencia. 1886.
105. **Gago, Ramón., Carrillo, Juan L.** *La obra fisiológica de Ignacio María Ruiz de Luzuriaga (1763-1822) y su plagio del científico británico Adair Crawford (1748- 1795).* DYNAMIS. Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam. Vol.1, 1981, pp. 87- 100

106. **Galera Gómez, Andrés.** *La Ilustración española y el conocimiento del nuevo mundo.* Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid 1988.
107. **García Bartual, Mario.** *Revolución Darwin.* Historia y Vida. N° 490. 01/2009.
108. **García Belmar, Antonio., Bertomeu Sánchez, José Ramón.** *Viajes a Francia para el estudio de la Química. 1770 – 1833.* Asclepio. Vol LIII-1. 2001.
109. **García Belmar, Antonio., Bertomeu Sánchez, José Ramón.** *Pedro Gutiérrez Bueno, los libros de texto y los nuevos Públicos de la química en el último tercio del siglo XVIII.* DYNAMIS. Acta Hisp. Med. Sci. Hist. Illus. 2001, 21, 351-374.
110. **García López, Anastasio.** *Monografía de las aguas Minero medicinales de Segura.* Alhambra. Madrid. 1862.
111. **García López, Anastasio.** *El indispensable para los bañistas de Ledesma.* Madrid. 1887.
112. **García de Marina Bayo, Adrián.** *Colección histórica de instrumentos científicos del Museo de la Farmacia Hispana de la facultad de Farmacia de Madrid* . An R Acad Nac Farm Vol 70 (4) 813-838. 2004.
113. **García Marchante, Luis Felipe.** *Aguas Minero Medicinales de Alhama de Aragón, sus efectos fisiológicos y terapéuticos.* Hernández. Madrid. 1876.
114. **Gibson, Charles R.** *La Ciencia al día. Ideas científicas actuales.* Sociedad General de Publicaciones.
115. **Giménez Soler, Andrés.** *El canal imperial de Aragón.* Junta del Canal Imperial. Zaragoza. 1932.
116. **Gioanetti, Victor Amé** *Analyse des eaux minerales de S. Vincent et de Courmayeur dans le Duche d'Aoste.* Jean Michel Briolo. Turin. 1779.
117. **Glasstone, Samuel.** *Tratado de Química Física.* Aguilar. Madrid. 1961.

Bibliografía

118. **Gómez Caamaño, José Luis.** *Historia del Real Colegio de Farmacia de San Victoriano.* Colegio de farmacéuticos. Barcelona. 1958.
119. **Gómez de Bedoya y Paredes.** *Historia Universal de las fuentes minerales de España.* Ignacio Aguayo. Santiago. 1764
120. **González Bueno, Antonio., Rodríguez Nozal, Raúl.** *Plantas americanas para la España ilustrada: génesis, desarrollo y ocaso del proyecto español de expediciones botánicas* Editorial Complutense. Madrid. 2000
121. **González Bueno, Antonio** *Tres botánicos de la Ilustración.* Nívola. Madrid. 2002.
122. **González Castilla, José Antonio.** *Un médico-director en los baños de la Fuente de la Sarna de Bornos.* La Semana núm. 3. Revista de la Semana Cultural de Bornos. 2009
123. **González Claverán, Virginia.** *Malaspina en Acapulco.* Turner. Madrid. 1989.
124. **González Fernández, Marcelino.** *Los Ictíneos de Monturiol.* Historia de Iberia Vieja. Nº 50. Agosto 2009. pg 49-53.
125. **Granjel, Luis S.** *Historia general de la Medicina Española. Volumen IV. La Medicina Española del siglo XVIII.* Universidad de Salamanca- Salamanca. 1979-
126. **Granjel, Luis S.** *Historia general de la Medicina Española. Volumen V. La Medicina Española Contemporánea.* Universidad de Salamanca- Salamanca. 1986.
127. **Gribbin John.** *Historia de la Ciencia, 1543 – 2001.* Crítica. Barcelona. 2006.
128. **Groot, S- R. de.** *Termodinámica de los procesos irreversibles.* Editorial Alhambra, Madrid. 1968.

129. **Gutiérrez Galdó, José.** *Real Academia de Medicina y Cirugía de Granada. Académicos numerarios que fueron.* Díaz de Santos. Madrid. 2003
130. **Hamlin, Christopher.** *A Science of Impurity. Water Analysis in Nineteenth Century Britain.* Adam Hilger. Bristol. 1990.
- 130a. **Hernández Morejón, Antonio.** *Historia Bibliográfica de la medicina española.* Madrid. 1842
131. **Higuera Rodríguez, María Dolores.** *Don Antonio Pineda y la Expedición Malaspina.* En: *La Expedición Malaspina 1789- 1794.* Ministerio de Cultura, Ministerio de defensa. Madrid 1984.
132. **Hoefer, Jean Chrétien Ferdinand.** *La chimie enseignée par la biographie de ses fondateurs.* Paris .1865.
- 132a **Hoiberg, Dale H.** *Britannica Global Edition 2009.* Encyclopedia Britannica. Chicago. 2009.
133. **Jiménez Jiménez, María Rosa.** *La Universidad de Zaragoza (1808-1844).* En: *Historia de la Universidad de Zaragoza.* Editora Nacional. Madrid. 1983.
134. **Johnson, George.** *Los diez experimentos más hermosos de la ciencia.* Ariel. Barcelona. 2008.
135. **Jordán de Urriés y Azara, Jaime.** En **Fernández Clemente, Eloy** (director). *Gran enciclopedia aragonesa.* Unali S. L. Zaragoza. 1980.
136. **Jordi i González, Ramón.** *La conspiració de los metzines. (Barcelona 1812).* Rafael Dalmau. Barcelona. 1974.
137. **Katime, Issa., Pérez Ortiz, José Antonio.** *Polímeros inorgánicos.* Investigación y Ciencia. Nº 55. Pág. 8-15. 1981.
138. **Krauss, Lawrence.** *Historia de un átomo.* Laetoli. Pamplona. 2005.

139. **Lacort y Ruiz, Agustín.** *Establecimiento balneario de Solares en la provincia de Santander.* Rojas. Madrid. 1877.
140. **Lafuente, Antonio. Valverde, Nuria.** *Los mundos de la ciencia en la Ilustración española.* Fundación española para la ciencia y la tecnología. Madrid. 2003.
141. **Laitinen, Herbert. Swing, Galen. (Editors).** *A History of Analytical Chemistry.* American Chemical Society. Cork. 1977.
142. **Landa, Nicasio.** *Análisis de las aguas bicarbonatadas cloro yoduradas sódicas de Burlada, Pamplona.* El Eco de Navarra. Pamplona. 1880.
143. **Larregla Nogueras, Santiago.** *Aulas medicas en Navarra. Crónica de un movimiento cultural.* Diputación Foral de Navarra. Pamplona
144. **Lavoisier, Antoine Laurent.** *Tratado elemental de química.* Critica. Barcelona. 2007.
145. **Leclerc, M. E.** *Durete de l'Eau.* CEBEDOC. Flémalla Grande, Belgique. 1959
146. **Leicester, Henry.** *Panorama histórico de la química.* Alhambra. Madrid. 1967.
147. **Leixner, Otto von.** *Nuestro siglo.* Montaner y Simón. Barcelona. 1883.
- 147a **Limón Montero, Alfonso.** *Espejo Cristalino de las Aguas de España, hermoseado y guarnecido con el Marco de variedad de Fuentes y Baños.* Francisco García Fernández. Alcalá. 1697. Facsímil IGME. 1979
148. **Lisón Hernández, Luis., Lillo Carpio, Martín.** *Los aprovechamientos Termales en Archena.* Universidad de Murcia. Murcia. 2003.
149. **López Azcona, José Manuel.** *Comentarios sobre el Balneario de Fortuna.* Monografía XII, Balneario de Fortuna. Real Academia Nacional de Farmacia 1987.

150. **López Piñero, José María., Navarro, Víctor., Portela, Eugenio.** *La revolución Científica.* Historia 16. Madrid. 1989
151. **López Piñero, José María, Glick, Thomas. Navarro, Víctor. Portela, Eugenio.** *Diccionario histórico de la ciencia moderna en España (Dos volúmenes).* Península. Barcelona. 1983
152. **López Piñero, José María.** *El método botánico de Cavanilles.* Investigación y Ciencia. N° 345. Junio 2005. pg 75-83
153. **Lora Tamayo, Manuel.** *La investigación química española.* Alhambra. Madrid. 1981.
- 153a **Lozoya, marques de.** *Historia de España.* Salvat Editores. Barcelona. 1967.
154. **Luanco, José Ramón de.** *Biografía del Dr. D. Manuel Sáenz Diez y Pinillos.* Real Academia de Ciencias de y Artes de Barcelona. Barcelona. 1894.
155. **Madoz, Pascual.** *Diccionario geográfico histórico estadístico de España y sus posesiones de Ultramar.* Madrid. 1847.
156. **Mans, Claudi.** *José Ramón de Luanco: Químico y química en transición.* Real Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo. 2005.
157. **Maraver Eyzaguirre, Francisco.** *El Balneario de Lanjarón en el siglo XIX.* En: **Piñar Samos, Javier.** *Lanjarón paisajes del agua.* Balneario de Lanjarón. 1999
158. **Maraver Eyzaguirre, Francisco., Corvillo Martín, Iluminada.** *Historia de la Sociedad Española de Hidrología Médica. Siglo XIX.* Balnea. N° 2. 2006.
159. **Maraver Eyzaguirre, Francisco.** *La figura del Médico-Director en el Balneario de Lanjarón”,* Balnea N° 1 2006, pag 127-146.
160. **Marqués, Blanca.** *El fascinante mundo de los relojes.* Planeta De Agostini. Barcelona. 2002.

161. **Martin, Alfred.** *Physical Pharmacy*. Lea & Febiger. Philadelphia. 1960
162. **Martín Medina, Amílcar.** *Agustín de Betancourt y Molina*. Dykinson. Las Palmas de Gran Canaria. 2006.
163. **Martínez Laínez, Fernando., Canales Torres, Carlos.** *Banderas Lejanas*. EDAF. Madrid. 2009.
164. **Martínez Reguera, Leopoldo.** *Bibliografía Hidrológica Médica Española*. Sucesores de Rivadeneyra. Madrid. 1897.
165. **Martínez de Zalduendo, Juan Aguirre.** *Libro de los Baños de Arnedillo y remedio Universal*. Revista Hidalguía. Madrid. 1970.
166. **Marvel, Carl.** *Introducción a la Química Orgánica de las macromoléculas de síntesis*. Editorial Reverté. Barcelona. 1962.
167. **Masini, Giancarlo.** *Historia ilustrada de la química*. Círculo de lectores. Barcelona. 1980.
168. **Medina Tornero, Manuel Enrique.** *Historia de Archena*. Murcia. 1990.
169. **Méndez Aparicio, Juan Antonio.** *Memorias de las aguas minero-medicinales españolas (siglos XIX y XX)*. Balnea. Núm 3. 2008
170. **Menéndez Pelayo, Marcelino.** *La Ciencia en España. (Tres volúmenes)*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 1953
171. **Meyer, Ernest.** *Storia della Chimica, Dai tempi piú remoti all'epoca moderna*. Ulrico Hoepli. Milano. 1915.
172. **Molina, Cesar Antonio.** *Lugares donde se calma el dolor*. Destino. Barcelona. 2009.
173. **Montserrat Zapater, Octavio.** *Balneario de Panticosa. (1826-1936)*. Diputación General de Aragón. Zaragoza. 1998.

174. **Monzón González, Julio.** *Elementos de Química General e Historia de la Química.* Eulogio de la Heras. Sevilla. 1833.
175. **Muñoz Calvo, Sagrario.** *Inquisición y Ciencia en la España Moderna.* Editora Nacional. Madrid. 1977.
176. **Nahim, Paul.** *Olivier Heaviside.* Investigación y Ciencia. Nº 167, Julio 1990, pg 86-93.
177. **Openshaw, H. T.** *Manual de laboratorio de Análisis Orgánico Cualitativo.* Editorial Alhambra. Madrid. 1963
178. **Ordóñez, Javier. Navarro, Víctor. Sánchez Ron, José Manuel.** *Historia de la Ciencia.* Espasa Calpe. Madrid. 2007.
179. **Ortiz de Zárate, Ramón.** *Gran establecimiento de aguas sulfohídricas sulfuradas de Santa Filomena en la Provincia de Álava.* La Regeneración. Madrid. 1868.
180. **Palacios, Jesús.** *Pensionados en el XVIII. Los Delhuyar.* Investigación y Ciencia. Nº 271. Abril 1999. pg. 33-35.
181. **Palacios de Salafranca, Matías.** *Establecimiento hidro-mineral de Fuente Agria de Villarta, provincia de Córdoba.* Diario. Córdoba. 1877.
182. **Palomeque Torres, Antonio.** *La Universidad de Barcelona desde el Plan Pidal de 1845 a la ley Moyano de 1857.* Universidad de Barcelona. Barcelona. 1979.
183. **Palú, María Dolores.** *La vida académica: Los Colegios Mayores, La Docencia y la Investigación.* En: Historia de la Universidad de Zaragoza. Editora Nacional. Madrid. 1983.
184. **Parra, José Miguel.** *Los inicios de la ciencia forense.* Historia de Iberia Vieja. Nº 39, 2008. pg 56 -61

185. **Parraverde y Aguilar, Tomás.** *Monografía de Los Baños Termales de Alhama de Aragón.* Alhambra. Madrid. 1860.
186. **Partington, James Riddick.** *A short History of Chemistry.* Dover Publications. New York. 1989.
187. **Pellón González, Inés.** *Los químicos españoles ante la teoría atómica química (1803-1890).* Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda época. Octubre-Diciembre 1999.
188. **Pellón González, Inés.** *Lavoisier y la revolución química.* Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda época. Abril-Junio. 2002
189. **Pellón González, Inés.** *Un químico ilustrado Lavoisier.* Nivela. Madrid. 2002.
190. **Pellón González, Inés.** *Noticia biográfica de algunos químicos del siglo XIX.* Actas d'història de la ciència i de la tècnica. Nova època / volum 1 (1) / 2008, P 429-442-
191. **Pérez-Bustamante de Monasterio J. A.** *Descubrimiento de nuevos elementos químicos en el periodo de vida de J. L. Proust.* Llull, vol 18, 1995, 517-544.
192. **Pérez Ortega, Arturo.** *Apuntes Hidrológicos de las aguas Sulfatado calcinas termales de la Isabela, Sacedón.* M. Minuesa. Madrid. 1885.
193. **Piamontes Alexo.** *El Libro de los Secretos de diversos y excelentes hombres y del Reverendo don Alexo Piamontes.* Iuan Garcia Infançons. Madrid 1689.
194. **Pimentel, Juan.** *Viajeros científicos, tres grandes expediciones al nuevo mundo.* Novatores. Madrid. 2001
195. **Polanco Masa, Alejandro.** *Cosme García y los orígenes del submarino.* Historia de Iberia Vieja. N° 48, 2009. pg 38-41.
196. **Príncipe, Lawrence. (Editor).** *New Narratives in Eighteenth Century Chemistry.* Springer. Dordrecht. 2007

197. **Príncipe, León.** *Monografía de los baños minero medicinales de Arnedillo.* Juan Delmás. Bilbao. 1870.
198. **Puerta, Gabriel de la.** *Análisis química cualitativa y Cuantitativa de las Agua minero medicinales de Marmolejo, provincia de Jaén.* Minuesa de los Ríos. Madrid 1884
199. **Puerto Sarmiento, F. Javier., Cobo Cobo, Josefa.** *El Laboratorio Municipal de Madrid en el último tercio del siglo XIX.* Acta Hispánica ad Medicinae Scientiarumque Hisoriam Illustrandam- Vol 3, 1983 pp. 149-172.
- 199a **Ranke Madsen. E.** *The Development of Titrimetric Analysis till 1806.* G.E.C. Publisher, Copenhagen, 1958
200. **Ratto, Héctor.** *La Expedición de Malaspina.* EMECÉ Editores. Buenos Aires. 1945.
201. **Reichen, Carles Albert.** *Historia de la Química.* Continente. Madrid. 1965.
202. **Reig, Mercedes.** *Varia Balnearia.* El Museo Universal. Madrid. 1985.
203. **Rey Bueno, Mar.** *Primeras ediciones en castellano de los libros secretos de Alejo Piamontés.* Pecia Complutense. 2005. Año 2. Núm. 2. pp. 26-34 27
204. **Rico Góngora, Montserrat.** *La familia de Carlos IV.* Historia de Iberia Vieja. Nº 35. 2008. pg 36-42.
- 204a **Riera i Tuebols, Santiago.** *Los Ictíneos de Narcis Monturiol.* Investigación y Ciencia Nº 59, Agosto 1981, pg. 98-108.
205. **Ritchie Calder, Lord.** *La sociedad lunar de Birmingham.* Investigación y Ciencia. Nº 71, Agosto 1982. pg 94-102.
206. **Rivas, Antonio.** *Termas primitivas y nuevas de San Roque de Alhama de Aragón.* Alhambra. Madrid. 1876.

Bibliografía

207. **Rodríguez Migues, Luis.** *Figuras galaicas del termalismo.* Balnea N° 1, 2006. pg 97-109.
208. **Rodríguez Gil, Ramón.** *Memoria sobre las aguas minerales de Alhama la Seca.* Álvarez. Almería- 1875
209. **Rodríguez Sánchez, José Antonio.** *José Salgado y Guillermo (1811 – 1890) y la madurez de la Hidrología médica española.* Medicina e Historia N° 49. 1993.
210. **Rodríguez Sánchez, José Antonio.** *Institucionalización de la Hidrología Médica en España.* Balnea. 2006 n° 1. 25-40.
211. **Rodríguez Sánchez, José Antonio.** *La hidroterapia naturalista y la oficialista: oposición y estrategias ante la introducción de la Hidroterapia en España. (siglos XIX – XX).* Medicina Naturista. 2008 vol 2 N° 2 52-57.
212. **Román Polo, Pascual.** *El Congreso de Karlsruhe y sus personajes.* Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda Época. Octubre Diciembre 2000
213. **Román Polo, Pascual.** *Elementos químicos descubiertos por españoles.* Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda Época. Enero-Marzo 1999.
214. **Rosa de la, María del Carmen., Mosso, María Ángeles.** *Historia de las aguas mineromedicinales de España.* Observatorio Medioambiental. N° 7. 117-137, 2004.
215. **Rosmorduc, Jean.** *De Tales a Einstein. Historia de Física e da Química.* Editorial Caminho. Lisboa. 1983.
216. **Rothman, Tony.** *La breve vida de Évariste Galois.* Investigación y Ciencia. N° 69, Junio 1982. pg 99-100.
217. **Rubio, Pedro María.** *Tratado completo de las fuentes minerales de España.* Rivera. Madrid. 1853.

218. **Russell, Colin A., Roberts, Gerrylynn K.** *Chemical History. Reviews of the Recent Literature.* Royal Society of Chemistri Publishing. Cambridge. 2005
219. **Rumeu de Armas, Antonio.** *Ciencia y Tecnología en la España Ilustrada.* Turner. Madrid. 1980.
220. **Ruiz de Salazar y Fernández, Manuel.** *La Hidrología en sus relaciones con la administración sanitaria.* Madrid. 1869.
221. **Sáez y Palacios, Rafael.** *Discurso leído en la Universidad Central en la solemne inauguración del curso académico de 1877 a 1878.* Madrid. 1877.
222. **Sáez y Palacios, Rafael., Garagarza, Fausto., Ferrari, Carlos.** *Ánalisis Química cualitativa y cuantitativa del agua mineral de Aramayona, provincia de Álava.* Hospicio. Madrid.1878.
223. **Sagastume, Ramón., Sáenz Diez, Manuel., Gómez Pamo, Marceliano.** *Memorias descriptivas y analíticas de las aguas sulfurado sódicas termales y de las cloruradas sodicas bicarbonatadas nitrogenadas de Betelu, Navarra.* Impresores y Libreros. Madrid. 1871.
224. **Salazar Rincón, Javier.** *El autor en su doble: Don Pío Baroja y el Árbol de la ciencia.* Centro asociado de la UNED. La Seu d'Urgell. Epos. Revista de Filología. X. 1994. pp. 261-297
225. **Samit Martí, Juan.** *Historia de las ciencias, física y química.* Bruguera. Barcelona. 1972.
226. **San Martín Bacaicoa, Josefina., Valero Castejón A.** *Acción terapéutica de las aguas del Balneario de Puente Viesgo* An. R. Acad. Nac. Farm 2007, 73: 361-389.
227. **Sánchez Gómez, Luís Ángel.** *Ciencia, exotismo y colonialismo en la Exposición Universal de París de 1878.* Cuadernos de Historia Contemporánea. 2006. vol. 28, 191 - 212

228. **Sánchez Ron, José Manuel.** *Diccionario de la Ciencia*. Planeta. Barcelona. 1996.
229. **Sánchez Ron, José Manuel.** *Los Mundos de la Ciencia*. Espasa Calpe. Madrid. 2002.
- 229a **Sanfeliú Ortiz, Lorenzo.** *62 Meses a bordo*. Editorial naval. Madrid, 1988
- 229b **Sanmateo Isaac Peral, Javier.** *El inventor del submarino* .Historia de Iberia Vieja. Nº 51. pg 106.
230. **Scerri, Eric R.** *Evolución del sistema periódico*. Investigación y Ciencia. Nº 266. Noviembre 1998. pg. 54 – 60.
231. **Scout, Arthur.** *La invención del globo aerostático y el nacimiento de la química*. Investigación y Ciencia. Nº 94, Abril 1984, pg. 88-97-
232. **Simon, Ivan.** *Radiación Infrarroja*. Editorial Reverté. Méexico.1968.
233. **Solís Santos, Carlos., Sellés García, Manuel.** *Historia de la Ciencia*. Espasa Calpe. Madrid. 2008.
234. **Sotos Serrano, Carmen.** *Los pintores de la expedición de Alejandro Malaspina*. Real Academia de la Historia. Madrid. 1982.
235. **Stewat, Ian.** *Gaus*. Investigación y Ciencia. Nº 12. Septiembre 1977. pg 96-107
236. **Szabadváry, Ferenc.** *History of Analytical Chemistry*. Pergamon Press, Oxford, 1966.
237. **Taboada de la Riva, Marcial.** *Anuario Oficial de las aguas minerales de España*. Aribau. Madrid. 1877.
238. **Taton, René.** *Causalidad y accidentabilidad de los descubrimientos científicos*. Editorial Labor. Barcelona.1967.

239. **Thomson, J. A.** *Introducción a la Ciencia*. Editorial Labor. Barcelona. 1934.
240. **Tobin, William.** *León Foucault*. Investigación y Ciencia. Nº 264, Septiembre 1998. pg 32-39.
241. **Tomé, Ramón.** *Tratado de las aguas minerales*. Alcalá. 1791. En **Reig, Mercedes.** *Varia Balnearia*. El Museo Universal. Madrid. 1985.
242. **Trífonov, D. N., Trífonov, V.D.** *Como fueron descubiertos los Elementos Químicos*. MIR. Moscú. 1984.
- 242a. **Urkia, J.M.** *Historia de los balnearios guipuzcoáños*. Euskal Medikuntzaren Historia-Mintegia. Bilbao. 1985
243. **Usandizaga, M.** *Ignacio María Ruiz de Luzuriaga en los fenómenos químicos de la respiración de la sangre*. Medicina e Historia, (1965), núm. 7 pp. i-xvi.
244. **Valentín, Hermógenes.** *Baños Termales de Molinar de Carranza en Vizcaya*. Delmas. Bilbao. 1885.
245. **Valle del, Ángela.** *Aportación Bio Bibliográfica a la Historia de la Ciencia. Universidad Central 1886-192*. Narcea. Madrid. 1998.
246. **Van Doren, Charles.** *Breve historia del saber*. Planeta. Barcelona. 2009.
247. **Van't Hoff, Jacobus Henricus., Arrhenius, Svante, 1887.** *The Foundations of the Theory of Dilute Solutions*. Livingstone. Edinburgh.1961
248. **Vázquez, Isidro.** *Establecimiento hidro-mineral de Fuente Agria de Villarta, provincia de Córdoba*. La Actividad. Córdoba. 1883.
249. **Vázquez, Isidro.** *Establecimiento hidro-mineral de Fuente Agria de Villarta, provincia de Córdoba*. Diario. Córdoba. 1884.
250. **Vázquez López, Fermín.** *Teoría y práctica de las membranas semipermeables*. Diag Biol., vol XXV. 5, 44. 1975

251. **Vera, Francisco.** *Historia de la Ciencia*. Iberia. Barcelona. 1937.
252. **Vernet Ginés, Juan.** *Historia de la ciencia española*. Madrid. Instituto de España. 1975.
253. **Vilardell, F.** *La gastroenterología entre el segundo y el tercer milenio*. Revista española de enfermedades digestivas. Vol 95. 2003. pp 1-9.
254. **Villar Garrido, Jesús., Villar Garrido, Ángel.** *Viajeros por la historia. Extranjeros en Castilla la Mancha*. Guadalajara. Toledo. Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha, 2006.
255. **Viñas Millet, Cristina.** *Figuras granadinas*. Fundación El legado Andalusí. Granada. 1995.
256. **Yáñez Girona, Agustín.** *Elogio Histórico del Doctor D. Francisco Carbonell y Bravo*. Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona. Barcelona. 1838.
257. **Walter, James.** *Svante Arrhenius*. Kessinger Publishing. USA.
258. **Wells, George Herbert.** *Esquema de la Historia Universal. (Tres tomos)*. Anaconda. Buenos Aires. 1952.
259. **Wiberg, Egon.** *Química Inorgánica Moderna*. Manuel Marín. Barcelona. 1951
260. **Wilson, S. S.** *Sadi Carnot*. Investigación y Ciencia. N° 61, Octubre 1981. pg 106-116.
261. **Zulueta Pérez, Patricia.** *La mirada a Europa de los científicos españoles de la Ilustración*.

Índice onomástico

AUTOR	PAGINA
Abades y Rezano, José	249, 255, 277, 288, 305
Abarca de Bolea, Pedro Pablo. Conde de Aranda	98
Abel, Frederick Augustus	119
Abray, José	288
Adet, Pierre Auguste	133
Agell y Torrents, Juan	165, 170
Agreda Ortega, Esteban	255, 311
Ágreda y Madariaga, Domingo de	255, 288, 299 302
Aguilar, Antonio	226
Aguilera, Luis María	305
Alcalá Galiano, Dionisio	89
Alcón Caldúch, Andrés	159, 164, 232, 255
Alcón, Agustín	272, 283
Alegre y Galán, José	271, 283
Alembert, Jean L' Rond d'	215
Alerany y Nebot, José	205
Allegretti, Peter	56
Allué Salvador, Claro	197
Alonso Fernández, J	305
Alonso Martínez, Manuel	70
Alonso, Abraham	123, 132, 305
Alter, David	185
Álvarez Alcalá, Francisco	229, 305
Álvarez Ude, José	112
Álvarez, Antonio	305
Álvarez, Patricio	253
Amado Salazar, Manuel	253
Amatriayn, Fernando	200
Ametller y Mestre, Juan	71, 102, 158, 161
Amo y Mora, Mariano del	251, 302
Ampère, André Marie	55
Anderson, Winslow	220, 221, 305
Anderson, Thomas	119
Androver, Pablo	271

Anglada	282
Anzizu Yarza, Juan José	73, 104
Aparicio Requena, Ramón	263
Apjohn, James	119
Arago, François Jean Dominique	204
Arago, Jacques Étienne Victor	58,306
Aragón de la Cruz, Francisco	306
Aragón y Gurrea, José Claudio. Conde duque de Luna	226
Aragón, Santiago	306
Aréjula Burgos, Juan de	147
Aréjula y Pruzet, Juan Manuel	147, 148, 150
Arenaza, Juan Higinio	275, 278, 285
Arezes, Juan	288
Arfvedson, Jöns August	122
Argumosa, Juan José	273
Arias Anglada, Rosa María	306
Armendáriz y Navarro, Alberto	267, 294, 300, 301, 302
Armijo Castro, Francisco	306, 307
Armijo García, Baldomero	172
Armijo Valenzuela, Manuel	227, 257. 307
Arminjon, Vittorio	59
Arnús de Ferrer, Manuel	256, 257, 307
Arrhenius, Johan	22
Arrhenius, Svante August	12, 13, 18 ,22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 52, 123, 174, 181, 194, 200, 217, 300, 306, 322, 323, 307, 308, 326
Arrhenius, Svante Gustav	22
Arribas Jimeno, Siro	197,307
Arsuaga, Juan Luis	82, 307
Arteaga y Bazán, Ignacio de	90
Asenjo Cáceres, José	275
Asimov, Isaac	126, 152, 308
Auban y Bonell, Carlos	228, 308
Austria, María Adelaida de	42
Avery, David	164, 308
Ávila Granados, Jesús	308
Avilés y Cano, Francisco	271, 283
Avogadro, Amadeo. Conde de Quaregna	49, 115, 116, 120, 121
Ayuda, Juan de Dios	230, 271, 273, 274, 276, 277, 278, 285, 288, 293, 308
Azara y Perera, Félix de. Marqués de Nibbiano	77, 78, 80, 81, 82
Azara y Perera, José Nicolás de	82

Índice onomástico

Azara, Mamés de	80
Babini, José	308
Babo, Lambert Heinrich von	119
Babor, Joseph A.	126, 308
Bach, Luis	278
Baeyer, Johann Friedrich Wilhelm Adolf von	119
Bahr, Jons Fridrik	119
Bailly, Joseph Charles	57
Bails, Benito	95
Baker, Sir Ernest	33
Balard, Antoine Jérôme	167
Balcells y Camps, Josef Antonio	72, 73, 74, 157, 158, 308
Balcells y Pascual, Joaquín	104, 302
Balcells, Josef Antonio	157
Baldoví y Pallarés, Miguel	236, 237, 275, 276, 284, 288, 297
Ball, Philip	308
Balmis y Berenguer, Francisco Javier de	100
Balvey Pares, Tomás	104, 158, 161
Balvey, Jaime	161
Bañares Barrenechea, Gregorio	231, 232, 233, 275, 276, 285, 288, 328
Barjot, Pierre	309
Baroja y Nessi, Pío	166, 168, 169, 209, 308
Barraca, José María	274, 278, 284
Barron, Harry	309
Baudin, Nicolas Thomas	57
Bauer, Hugo	126, 309
Bauer, Wilhelm	108
Baumé, Antoine	149
Bauzá y Cañas, Felipe	89
Beautemps Beaupré, Charles François	57
Béchamp, Antoine	119, 167
Becker	119
Becker, Christopher	178
Beer, August	182
Beilstein, Friedrich Konrad	119
Bell, Graham	36, 52, 54
Bellmunt, Francesc	108
Benlloc, Antonio	281
Bensaude Vincent, Bernadette	126, 309
Benz, Carl Friedric	52
Bergman, Torbern Olof	86, 141, 145, 146, 150, 177, 186, 213, 214, 216, 219, 226,

	231, 233, 256, 309
Berlin, Nils Johannes	119
Bermejo Martínez, Francisco	215, 309
Bernard, Claude	172
Bernier, Pierre François	57
Bert, Juan	239
Berthelot, Pierre Marcellin	21, 115, 133, 134, 172, 174
Berthollet, Claude Louis	18, 48, 55, 115, 116, 133, 142, 143, 149, 189, 200
Bertomeu Sánchez, José Ramón	113, 309, 314
Berzelius, Jöns Jacob	49, 115, 117, 118, 122, 153, 155, 158, 164, 177, 178, 180, 191, 203, 206, 309
Bessemer, Henry	115
Betancourt y Castro, Agustín de	92
Betancourt y Molina, Agustín de	89, 91, 92, 93, 94, 95, 96
Bibiano, José	276
Bibra, Ernest Freiherr von	119
Billings, Joseph	56
Biot, Jean Baptiste	55, 189
Bischoff	119, 171, 221
Bissy, Frédéric de	57
Black, Joseph	16, 18, 99, 215
Blagden, Charles	17, 18
Blavier, Jean	57
Blesa, Juan Pedro	239
Blomstrand, Christian Wilhelm	119, 154
Bodega y Cuadra, Juan Francisco de la	90
Boeckmann, Emil	119
Boira	172
Boisbaudran, Paul Émile Lecoq de	116, 123, 129
Bolduc, Simon	218
Boltzmann, Ludwig	25
Bonaparte Beauharnais, Luís Napoleón. Napoleón III	34, 35
Bonaparte Ramolino, Jose I	33, 39, 41, 149
Bonaparte Ramolino, Napoleón,	22, 33, 44, 78, 91, 188, 201
Bonet y Bonfill, Magín	142, 170, 197, 205, 252, 253, 272, 288, 293, 302
Bonilla Carrasco, José María	260, 297
Bonilla Mirat, Santiago	25, 114, 171, 255, 288, 302, 309
Bonpland, Aimé	83
Boquerin, Manuel	272
Boquerin, Manuel	283

Índice onomástico

Borbolla, Ramón	102
Borbón Dos Sicilias, María Cristina de	42
Borbón y Borbón Dos Sicilias, Isabel II	40, 41, 42, 234, 247, 250
Borbón y Borbón Parma, Carlos María	201, 233
Borbón y Borbón Parma, Francisco de Paula de	241
Borbón y Borbón, Alfonso XII	40, 42, 168
Borbón y Farnesio, Carlos III	39, 40, 42, 69, 75, 77, 81, 135, 145, 201
Borbón y Parma, Fernando VII	39, 41, 44, 69, 137, 159, 201
Borbón y Sajonia, Antonio Pascual de	201, 232, 279
Borbón y Sajonia, Carlos IV	39, 41, 71, 72, 92, 94, 97, 200
Borbón, Fernando de	201
Borbón, María Cristina de	39
Borda, Jean Charles de	93
Borde	234
Boricky, Emanuel	300
Born, Ignaz von	146, 147
Borodin, Alexander	119, 128
Borrell y Font, Félix	257
Bory de Saint-Vincent, Jean-Baptiste	57
Botella y de Hornos, Federico	288
Boudet, F	205, 218
Boullanger, Charles Pierre	57
Boulton, Mathew	93
Boussingault, Jean Bابتiste	167, 203
Boussingault, Jean-Baptiste Joseph Dieudonne	119
Boutron, Ch	205, 218, 309
Bouzas, Pemón	309
Bove, Giacomo	60, 309
Bowles, Guillermo	78, 136, 309
Boyle, Robert	178, 179, 183, 214, 310
Braille, Louis	37
Bramah, Joseph	95
Brambila, Fernando	87, 89
Braun, O.	119
Breguet, Abraham Louis	93, 94, 96
Brélaz, G.	171
Broutá, Julio	93, 134, 310
Brownrigg, William	139
Brull, José María	280
Brunner, Carl Emmanuel	119
Bryson, Hill	310
Bunge, Paul	178
Bunsen, Robert Wilhelm	51, 119, 123, 128, 172, 178,

	181, 182, 184, 185, 203, 206, 216, 220, 253
Bushnell, David	108
Bustamante y Guerra, José Joaquín	56, 89
Bustos y Castilla Portugal, Rafael	107
Buylla y Alegre, Arturo	310
Bynoe, Benjamin	58
Caamaño Moraleja, Jacinto	90
Caballero, José Antonio	69
Cabrera, Ignacio	277, 288
Cáceres, Rafael	272
Cajigal, José María	288
Caldas y Tenorio, Francisco José de	75
Calderón y Arana, Tomás Laureano	172, 173, 174, 288, 293, 294, 301
Calleja y Vicario, Nicolás	288
Calomarde de Retascón, Francisco Tadeo	69
Calvo y Calvo, Felipe	152, 153, 310
Calvo, Gabriel	310
Campá, Clemente	274
Campo y Roselló, Jerónimo del	103
Camps y Camps, José	157, 162, 163, 280, 289, 293, 302
Campuzano, Francisco	141
Canales Torres, Carlos	319
Candel Vila, Rafael	310
Canella Secádes, Fermín	310
Cannizzaro, Stanislao	51, 119, 120, 125, 128, 171
Canto	240
Cantor, Georg	52, 63
Cañón, Juan Manuel	279, 286
Capdevilla, Ramón	277, 289, 289
Carballo de Castro, Joseph Ignacio	226
Carbonell Relat, Laureano	310
Carbonell y Bravo, Francisco	101, 102, 136, 155, 156, 158, 160, 162, 234, 235, 273, 283, 288, 293, 302
Carbonell y Font, Francisco	157
Carbonell, Jaime	155
Carcova Gómez, Pedro	276
Cardero Meléndez, José Antonio	89
Cardoso, Isaac	224
Carius, Georg Ludwig	119
Carnot, Lazare Nicolás	48

Índice onomástico

Carnot, Nicolas Léonard Sadi	47, 50, 55
Carreras, Frances de	44
Carretero Muriel, Mariano Juan	262
Carrillo, Juan	100, 101, 313
Cartwright, Edward	93
Casares Rodríguez, Antonio	67, 163, 170, 203, 204, 254, 270, 272, 273, 276, 277, 278, 279, 282, 283, 285, 286, 289, 293, 297, 298, 302, 310
Casaseca y Silván, José Luis	103
Castelar y Ripoll, Emilio	42
Castellanos de Losada, Basilio Sebastián	77, 311
Castells, Rosendo	294, 297, 300
Castillo Ordóñez, José	289
Cauchy, Agustín	50, 55
Cavanilles, Antonio José	68, 77, 79, 80, 82, 83, 84, 149, 159, 302, 311
Cavendish Gray, Henry	17, 18, 48, 179, 181, 187
Cela, Anacleto	271, 283
Celada de, Arturo	289
Centenera y Rodríguez de Guevara, Manuel de	297
Chalanzon, Antonio	273, 276, 280, 286, 289
Chamberlain, Thomas Chrowder	28
Chancourtois, Alexandre Emile Béguyer de	124
Chao, Eduardo	71
Chappe, Claude	94
Chaptal, Jean Antoine	140, 146, 150, 156
Charles, Jacques Alexandre	189
Chavaneau, Pierre Françoise	85, 98, 136, 141, 143, 302
Chazelles, Leon de	20
Chevreul, Michel Eugèn	115
Chichester Hart, Henry	59
Chinchilla Piquer, Anastasio	230
Chinchilla Piquer, Anastasio	311
Chirino, Alfonso	227
Chopart, Françoise	98
Cid Manzano, Ramón	168, 311
Clapeyron, Benoit Paul	55
Clark Ross, James	59, 60, 61
Clark, Thomas	218
Clavijo y Fajardo, José	92
Clemente XIII, Cardenal Rezzonico, Carlo	78
Clemente XIV, Cardenal Gangani, Lorenzo	78
Cleve, Per Teodor	23, 24, 123

Cobo Cobo, Josefa	322
Codín, Louis	79
Codina Längliu, Ramón	289, 290, 293
Cohen, Bernard	30, 62, 311
Collet Descotils, Hippolyte	151
Compton, Arthur Holly	64
Comte, Augusto	46
Constant Quoy, Jean René	58
Continenza, Bárbara	311
Contreras y López de Ayala, Juan de. Marqués de Lozoya	41
Coppinger, Richard William	60
Córdoba y Sécora, Tirso de	289
Coriolis, Gaspard Gustave de	55
Cornejo, Alonso	225
Cornet y Más, José	68, 69
Corona Baratech, Carlos	311
Corson, Dale Raymond	154
Cortada Castañer, Pablo	275
Corvillo Martín, Iluminada	11, 293, 309, 311
Coste, Jean François	228
Cote y Cobián, Toribio	226
Coulomb, Charles Auguste	48
Courtois, Bernard	122
Crawford, Adair	99, 100, 121
Crespo, Diego	150
Creus, Juan	260, 262, 311
Cronstedt, Alexander Frederik.	177
Crookes, William	123
Crozier, Francis	59
Cruickshanks, Williams	181
Crum Brown, Alexander	119
Cuéllar, Juan de	79
Cullen, William	98
Curie, Pierre	131
Curtman, Luis	311
Cuvier, Georges	82, 102,
D'Elhuyar y Lubice, Fausto	67, 121, 123, 136, 141, 145, 146, 147, 148
D'Elhuyar, y Lubice, Juan José	67, 136, 144, 145, 147, 148
Daguerre, Louis Jacques Mande	51
Daimler, Gottlieb	52
Dalton, John	49, 115, 116, 143, 158, 189
Dariset, Jean	151

Índice onomástico

Darwin, Charles	51, 54, 58, 61, 62, 63, 82, 132, 311
Daubenton, Louis	98
Daubeny Charles Giles Bridle	119, 271, 283
David, Jacques Louis	21, 22
Davies, R. Hayton	254
Davioud, Gabriel	35
Davy, Humphry	115, 122, 123, 190,
De Andrés y Hernández, Saturio	250, 311
De Filippi, Filippo	59
De Lahaye, Félix	57
Delgado Bedmar, José D	312
Delhom, Joaquín	257
Delly, John Gustav	312
Deming, Horace	114, 312
D'Entrecasteaux, Antoine Bruny	57
Depuch, Louis	57
Desault, Pierre	98
Deschamps, Louis Auguste	57
Descroizilles, François Antoine Henri	188, 189
Desormes, Charles Bernard	55
Desormes, Nicolas Climent	55
Despretz, César	167
Deyeux, Nicolas	156
Díaz Peña, M	312
Diderot, Denis	215
Dillon, John Talbot	79, 213, 221, 312
Dion, Henri de	36
Djierassi, Carl	21
Döbereiner, Johann Wolfgang	124
Domingo, Pedro	274
Doz y Gómez Enrique	289
Duboscq, Jules	184
Dufour, Fernando	130
Dulong, Pierre Louis	55
Dumas, Jean Baptiste André	20, 21, 119, 120, 165, 167, 180, 203, 206, 283
Dumont d'Urville, Jules	58, 59, 60, 61
Dumont, Désiré	57
Dumoutier, Pierre Marie Alexandre	59
Dupasquier, Gaspard Alphonse	180, 218, 256, 282
Duperrey, Louis Isidore	58
Duppa, Baldwin Francis	119
Duveen, Denis	20

Echandi, Mauricio	76
Echegaray y Eyzaguirre, José	112
Echevarría, Mariano	167
Eckart, Wolfgang	312
Eco, Humberto	305, 312
Edison, Thomas Alva	36, 54
Edlund, Erik	23, 26
Eguía y Aguirre, Joaquín de	142,
Eguía, Javier	88, 141
Ehrlich, Paul	26, 29
Einstein, Albert	63
Ekeberg, Anders Gustaf	122, 154, 191
Eller, Johann Theodor	15
Elvira, José	250, 272, 275, 284, 289, 302
Enciso, José	232, 276, 289
Enríquez y González, Aurelio	267
Epps, Juan	235
Erdmann, Otto Linné	119, 120
Erlenmeyer, Emil	119, 128
Escalante González, José	289
Escriba, José	276
Eslava Galán, Juan	44
Espinosa y Tello, José	89
Esteban y Lecha, Francisco Antonio	271, 277
Estelrich, Juan Ignacio	279
Euler, Ulf Svante von	24
Fábregas, Pere	261, 312
Fagés y Virgili, Juan	135, 142, 206, 312
Fajardo	289
Falcó y Badenes, Juan	241
Faraday, Michael	50
Fatás, Guillermo	44
Faure y Salas, Raimundo	289
Federico, Ricardo de	253
Fehling, Hermann Von	119, 133
Feijoo y Montenegro, Benito Jerónimo	69, 225, 312
Fernández Campa, Domingo	289
Fernández Carril, Antonio	312
Fernández Clemente, Eloy	316
Fernández de Luanco y Riego, José Ramón	10, 11, 169, 170, 171, 173, 290, 293, 302, 315
Fernández de Navarrete, Francisco	224
Fernández de Navarrete, Martín	232, 313
Fernández Espartero Álvarez de Toro, Joaquín Bal-	39, 42, 69

Índice onomástico

domero	
Fernández González, M	312
Fernández López, Joaquín	272, 275, 278, 283, 286, 289, 299
Fernández Sanz, Fernando	313
Fernández Solano, Antonio	198
Ferrán i Clúa, Jaime	270
Ferrari Scardini, Carlos	164, 289
Ferraté Pascual, Gabriel	313
Ferreira Fernández, Myriam	313
Ferrer Gorraiz Beaumont, Vicente	226
Feu, Fortián	274
Fick, Adolf	29
Fielden, Henry	60
Figueras y Moragas, Estanislao	42
Fillol, José Vicente	282
Finck, C.	119
Finckh	119
Fitz Roy, Robert	58
Florkin, Marcel	101
Fogliani Sforza d'Aragón, Giovanni. Marqués de Pellegrino	88
Foix y Gual, Juan Bautista	235, 236, 247
Folch Jou, Guillermo	73, 143, 144, 150, 200, 226, 313
Folwarezny	119
Font Roura, Ramón	273, 284
Fontán	276, 282
Forcadell Álvarez, Carlos	313
Forner, Juan Pablo	149, 280
Fors y Cornet, Raimundo	72, 161, 162
Foster, G. C.	119
Foster, George Carey	125
Foucault, Leon	51, 184
Fourcroy, Antoine François	19, 48, 98, 133, 140, 141, 144, 148, 198, 231
Fourier, Jean Baptiste Joseph	29, 50, 55
Fox, Charles	34
Frades	289
Frankland, Edward	115, 119, 220
Frauenfeld, Georg von	59
Fraunhofer, Joseph von	50, 182, 184
Fresenius, Karl Remigius	119, 179, 193, 197, 206, 216, 220, 253, 282, 313

Fresnel, Augustin Jean	55
Fric, René	20, 21
Friedel, Charles	116, 119
Fulton, Robert	49, 108
Gadolin, Johan	121, 186
Gago, Ramón	100, 101, 312, 313
Gahn, Johann Gottlieb	177, 186
Gaimard, Joseph Paul	58
Galera Gómez, Andrés	314
Galissard de Marignac, Jean Charles	123
Galois, Évariste	50
Gámez, Juan	271, 280
Garagarza y Dugiols, Fausto	169, 207, 208, 290, 293, 302, 320
García Alix, Antonio	71
García Baeza, Manuel	250, 297
García Bartual, Mario	314
García Belmar, Antonio	198, 309, 314
García Clemencín, Serafín	277
García Condoy, Julio	87
García de Cortázar, Fernando	44
García de Marina Bayo, Adrián	314
García Fernández, Domingo	83, 137, 149, 150, 272, 280, 286, 288, 290, 302
García López, Anastasio	257, 259, 290, 293, 294, 301, 306, 314
García Luna, José	166
García Marchante, Luis Felipe	314
García Sáez, Cosme	68, 105, 106
García Solá, Eduardo	305
García Suelto, Tomás	231
García, Alonso	274
Garnier, Julio	206
Garnot, Prosper	58
Garriga, Francisco	157
Gaspar, Mariano	256
Gaudin, Marc Antoine	120
Gauss, Johann Karl Friedrich	50
Gautier, A.	119
Gay Lussac, Joseph Louis	55, 116, 122, 159, 177, 180, 189, 190
Gayán y Santoyo, Juan	274
Geiger	119
Gengembre, Jean-Philippe	179

Índice onomástico

Genovés Tío, José	290
Geoffroy, Claude Joseph	188
Gerhard, C. A.	15
Gerhardt, Charles Frédéric	118, 120, 171
Gibbs, Oliver Wolcott	181
Giberga, Antonio	272
Gibson, Charles	29, 314
Gil Rodríguez	290
Gil Rojas, Bonifacio	278, 279, 286, 290
Gil, Manuel	273
Gil, Santiago	276
Gilbertt, Joseph Henry	119
Gimbernat, Carlos de	157
Giménez Soler, Andrés	314
Gioanetti, Victor Amé	216, 233, 314
Girón, Manuel	271
Gladstone, John Hall	119
Glasstone, Samuel	28, 314
Glick, Thomas	318
Gmelin, Leopold	118, 124
Godoy y Álvarez de Faria, Manuel	41, 91, 151
Gómez Caamaño, José Luis	71, 315
Gómez de Bedoya y Paredes, Pedro	227, 272, 315
Gómez de Villalobos, Vicente	74
Gómez Fuentenebro, Alejandro	233
Gómez Ortega, Casimiro	78, 79, 80, 85, 149, 213, 221, 230, 280
Gómez Pamo, Juan Ramón	210, 302, 312
Gómez Pamo, Marceliano	324
Góngora y Joanico, Luis de	290
González, Víctor	279
González Bueno, Antonio	315
González Castilla, José Antonio	315
González Claverán, Virginia	315
González Crespo, Mariano José	238, 249, 271, 277, 280, 286, 290, 297
González Fernández, Marcelino	315
González Galiano, Miguel	280
González Lopidana, Fermín	272
González y González, Vicente	241
Gooch, Frank Austin	179
Goodwin, E	99
Gorbachov, Mijaíl	91
Gorup-Besanez, Eugen Freiherr von	119

Goupil, Ernest	59
Goya y Lucientes, Francisco de	81
Gradmann, Christoph	311
Graells y de la Agüera, Mariano de la Paz	235, 246, 247, 302
Graells y Ferrer, Ignacio	234, 273, 297, 302
Grande, José	290
Grandreau, L	119
Granjel, Luis S.	303, 315
Gregor, William	121
Gribbin, John	126, 315
Griffith, George	119
Grimaux, Edouard	21
Grimm	119
Groot, S- R. de	315
Grott, Paul von	173
Guckelberger, Carl Gustav	119
Guefith, Aben	223
Guérin, Félix-Edouard	102
Guérin-Méneville, Edouard	102
Guineau, Léfeuvre de	140
Guío, José	56, 89,
Gundelach, Carl	119
Gurucharri y Echauri, Joaquín Eduardo	214, 250, 268, 294, 295, 296, 298, 299, 300, 301
Guthrie, F.	119
Gutiérrez Bueno, Pedro	19, 79, 136, 144, 150, 159, 198, 199, 200, 201, 202, 231, 272, 274, 277, 280, 302
Gutiérrez de Toledo, Julián	223, 340
Gutiérrez Galdó, José	247, 248, 316
Gutiérrez, Ramón	277
Guyton de Morveau, Louis Bernard	20, 48, 133, 140, 141, 150, 187, 188, 198
Habsburgo Lorena, María Cristina	40, 109
Haenke, Tadeo Peregrino Xavier	56, 87, 97
Halan, Christopher	221, 315
Hallas, Wilhelm	119
Hamelin, Jacques Félix Emmanuel	57
Hamilton, William Roan	63
Hamlin, Christopher	316
Hardy, Leopold	35
Hargreaves, James	68
Harting, Pieter	300
Hassenfratz, Jean Henri	133

Índice onomástico

Hatchett, Charles	122, 153, 154
Haushofer, K.	300
Heaviside, Olivier	52, 318
Heeren, Friedrich	119
Heine, Carl	183
Heintz, Wilhelm Heinrich	119
Helbecque	234
Helmholtz, Hermann von	51, 311
Helmont, Johannes Baptista van	14, 15
Henderson, W	34
Henri, Victor	185
Herapath, Thornton John	183
Herguetan, Pascual Bailón	277
Hernández Morejón, Antonio	316
Hernández Silva, José	263
Herrera y Ruiz, José	245, 278, 285, 290
Herrero, Juan de Mata	278, 286
Herrgen, Cristiano	83, 149, 156, 249
Herschel, John Frederick William	185
Herschel, William	49
Hidalgo y Lopegarcía, Salvador	90
Hidalgo, Joaquín	279
Higgins, Bryan	99
Higueras Rodríguez, María Dolores	315
Hillyer Giglioli, Enrico	59
Hirzel	119
Hisinger, Wilhelm	122, 191
Hlasiwetz Heinrich	119
Hochstetter, Ferdinand von	59
Hoefer, Jean Chrétien Ferdinand	10, 316
Hoenseler, Félix	273
Hoffmann	119
Hoffmann, August Wilhelm von	119, 171, 217, 220, 221
Hoffmann, Friedrich	214, 227
Hoffmann, Roald	21
Hoiberg, Dale H.	316
Hombron, Jacques Bernard	59
Home, Francis	218
Hooker, Joseph	59
Hoppe Seyler, Félix	173
Horel, Ch	206
Horques y Fernández, Juan Bautista	290
Hudson, John A.	179, 183
Hugo, Víctor Marie	37

Humboldt, Alexander von	83, 151, 152
Humboldt, Friedrich Wilhelm	76, 190
Hunter, John	99
Huon de Kermadec, Jean Michel	57
Hurtado Corral, Izaskum	11
Ibáñez, Juan Bautista	272
Ibarz, José	308
Infante Chávez, Facundo	69
Iñiguez	278
Izquierdo de Rivera, Eugenio	88
Jacquard, Joseph Marie	49
Jacquelain, Agustín	183
Jacquemin, Eugene	119
Jacquinot, Charles Hector	58, 59
Jacquinot, Honoré	59
Jaksch Ritter, Rudolf	269
Jenner, Edward	53
Jensen, William	130
Jhonston, Harry Hamilton	33
Jiménez Frías, José	290
Jiménez Jiménez, María Rosa	316
Jiménez Rueda, Cecilio	112
Johansson, María	30
Johnson, George	316
Jordán de Urriés y Azara, Jaime	316
Jordi i González, Ramón	316
Joule, James	51
Juan II de Castilla	227
Juan y Santacilia, Jorge	138
Jussieu y Cosin, Joseph	79
Jussieu, Antoine Laurent de	82, 98
Jussieu, Bernard de	14
Just, Ernest Everett	64
Justo Villanueva, Luis	208
Kaepplin, R	164
Kahlbaum, George W.	116
Karsten Gustav Karl Wilhelm Hermann	155
Kasselmann	119
Katime, Issa	192, 316
Kekulé von Stradonitz, Friedrich August	115, 117, 118, 119, 120, 128, 167, 221
Keller	119
Keraudren, Pierre François	57
Kestner, Charles	119

Índice onomástico

Kirchoff, Gustav Robert	123, 128, 172 182, 184, 185, 203, 253
Kirwan, Richard	141, 179, 219
Kittlitz, Heinrich von	58
Kjeldahl, Johan Gustaf	181
Klaproth, Martin Heinrich	121, 122, 146, 177, 216
Klaus, Karl Karlovich	122
Klemm, A.	119
Knop, Wilhelm (1817-1891)	119
Koch, Hermann Robert	52
Kohlrausch, Friedrich	23, 24, 25
Koninck, Lucien Louis	189
Kopp, Hermann Franz Moritz	119, 120
Krantz, Jean-Baptiste	35
Krauss, Lawrence M.	9, 316
Krebs, Carl	56
Kremers, Peter	24
Kruzenstern, Johann Adam von	57
Kuhn	119
La Billardière, Jacques Julien Houtou de	57, 183
La Contamine, Charles Marie de	79
La Cuadra, José María de	280
La Herrán, Ramón de	276
La Pérouse, Jean-François de	56, 186
Laboulaye, Charles Pierre Lefebvre de	95
Lacort y Ruiz, Agustín	297, 317
Lafuente y Zamalloa, Modesto	242
Lafuente, Antonio.	317
Lagasca y Segura, Mariano	83
Lagrange, Joseph Louis	20, 49, 55, 101
Laitinen, Herbert	317
Lalande, Joseph	20
Lallana, Nemesio	253, 276
Lamanon, Robert de	56
Lambert, Johann Heinrich	182
Lampadius, Wilhelm August	183
Landa, Nicasio	317
Landolt, Hans Heinrich	119
Lang Viktor von	119
Langevin, Paul	27
Langle, Paul Antoine Marie Fleuriot de	56
Langsdorff, Georg Heinrich von	57
Lankester, Sir Edwin Ray	33
Lanz y Zaldivar, José María	95, 96

Laplace, Pierre Simon	17, 49, 139
Larregla Nogueras, Santiago	317
Lasala y Collado, Fermín	71, 138
Latham, Cristofer	54
Laue, Max von	64
Laveria Basaez, José	271, 283
Laville-sur-Illon, Étienne de. Conde de Lacépède	82, 102
Lavoisier, Antoine Laurent	11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 30, 48, 49, 62, 65, 99, 115, 124, 133, 139, 140, 141, 142, 148, 149, 150, 151, 156, 158, 179, 181, 187, 188, 190, 199, 201, 216, 226, 317
Lawton Moss, Edward	60
Le Breton, Louis	59
Le Canu, Louis René	119, 167
Le Guillou, Élie Jean François	59
Leclerc, Georges Louis. Conde Buffon	82, 102
Leclerc, M. E.	317
Leeuwenhoek, A. van	300
Lefort, J.	282
Legendre, Adrien Marie	95
Lehmann	119
Leicester, Henry	317
Leixner, Otto von	317
León, Diego de	40
Lepe y Dorantes, Pedro de. Obispo de Calahorra	227
Leschenault de la Tour, Jean Baptiste	57
Lesinski, J.	119
Lesson, Pierre Adolphe	58
Lesson, René Primevère	58
Lesueur, Charles-Alexandre	57
Levillain, Stanislas	57
Lewis, Willian	179, 180
Libavius, Andreas	214, 215
Lieben, Adolf	119
Liebig, Justus von	63, 65, 115, 119, 133, 164, 167, 180, 192, 193, 203, 204, 220, 221, 253, 282
Lillo Carpio, Martín	317
Limón Montero, Alfonso	224, 227, 228, 317
Linares González, José	271
Linneo, Carolus	76, 77, 83, 84, 97, 186
Lisiansk, Yuri Fyodorovich	57

Índice onomástico

Lisón Hernández, Luis	317
Llanos, Blas	232
Lletget, Diego Genaro	163, 239, 249, 271, 272, 273, 275, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 285, 286, 287, 290 293
Llopis Bañón, Joaquín	290
Llord, Ramón	232
Llorente, Higinio Antonio	136, 234
Loisele	19
Long, Crawford Williamson	53
Longchamps, M	218, 294
López Azcona, José Manuel	317
López Ballesteros Varela, Luís	41
López de Haro, Gonzalo	90
López de Heredia, Juan	279, 286, 290
López de la Calle, Bruno	274
López Esteve, Juan	274
López Fernández, José	290
López Gómez, Francisco	172, 255, 290, 299
López Piñero, José María	84, 100, 203, 318
López Ruiz, Sebastián	79
López, Ignacio José	276
Lora Tamayo, Manuel	135, 318
Lorente, Higinio Antonio	136, 234
Lorentz, Henryk Antoon	64
Lorenzo, Gerónimo	273, 275, 284
Lottin, Victor Charles	58
Lovisato, Doménico	60
Lowitz, Tobías	144, 300
Lozano de Peralta, Jorge Tadeo	75
Luanco, José Ramón de	318
Lucina, Pedro	272
Ludwig, Hermann	119
Luis Felipe I de Francia	190, 191
Luis XVI de Francia	17, 22, 188
Luis XVIII de Francia	34
Luna, Manuel María de	278
Lyell, Charles	50
MacBride, David	215
MacKenzie, Kenneth Ross	154
Macquer, Pierre Joseph	16, 85, 98, 113, 213
Madoz, Pascual	236, 239, 248, 318
Madsen, Thorvald	26

Maestre, J	275
Maier Allende, Jorge	250
Malaspina Meli, Alejandro	56, 60, 76, 77, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 97, 186
Mandelbrot, Benoît B.	64
Manjarrés y Bofarull, Ramón	36, 261, 290, 302
Mans, Claudi	318
Marat, Jean-Paul	19, 22, 62
Maraver Eyzaguirre, Francisco	9, 229, 237, 293, 315, 318
Marconell, Ramón	271
Marggraf, Sigismund Andreas	181, 215
Marignac, Jean Charles Galissard de	119
Marqués, Blanca	318
Martí y Franqués, Antonio	139, 168
Martín Medina, Amílcar	319
Martín Pérez, Domingo	290
Martin, Alfred	319
Martínez Bayano, Mariano	200
Martínez de Zalduendo, Juan Bautista (a) "Aguirre"	227, 319
Martínez Laínez, Fernando	318
Martínez Reguera, Leopoldo	201, 229, 230, 237, 238, 242, 247, 248, 249, 257, 265, 266, 268, 319
Martínez Rey, Marcos	280
Martínez-Campos Antón, Arsenio	42
Marvel, Carl	319
Mas, Jerónimo	98, 140
Mas, Sinibald de	136
Masarnau Fernández, Vicente Santiago	163, 239, 249, 255, 259, 271, 279, 283, 302
Mascareñas y Hernández, Eugenio	173
Mascaró, Juan	290, 298
Masini, Giancarlo	126, 319
Mastrucio, Isidro	225, 226
Mata Herreros, Juan de	280
Matilla, Angel	277
Maugé de Cely, René	57
Maupertuis, Pierre Louis de	88
Maxwell, James Clerk	52
Mayer, Robert Julius	192
McCormick, Robert	59

Índice onomástico

Medina Tornero, Manuel Enrique	319
Medina y Estévez, Miguel	247, 248, 276, 285
Mejía, Francisco De Paula	275, 278, 284, 285
Melville, Thomas	181
Menchero, José	281, 287
Mendel, Gregor	51, 54
Mendeleeff, D.I.	126
Mendeléev, Dimitri Ivánovich	24, 54, 116, 119, 123, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 167, 220
Mendeleief, D.I.	126
Mendéleiev, D. I.	126
Mendelejeff, D. I.	126
Mendelejew, D.I.	126
Mendeléyev, D. I.	126
Mendeleyev, D.I.	126
Mendeliev, D. I.	126
Méndez Aparicio, Juan Antonio	230, 319
Mendius, Otto	119
Mendizábal, Juan de Dios Álvarez	39
Menéndez Pelayo, Marcelino	170, 223, 227, 319
Meneses	240
Mérault Monneron, Paul	56
Mercado, Luis	227
Merck, Carl Heinrich	56
Mertens, Franz Carl	58
Messía de La Cerdá, Pedro. Marqués de la Vega de Armijo	75
Mestre Ibáñez, Amalio	252, 272, 283
Mestre y Marzal, Carlos	290, 297
Mestre y Porcar, Carlos	237, 275, 291
Meyer, Ernest	126, 319
Meyer, Julius Lothar	119, 120, 121, 125, 126
Michaux, André	57
Miller, William Allen	218, 220
Miner, Francisco	281
Minkowski, Hermann	64
Miravete Martínez, José	274
Mislata	291
Mitscherlich, Eilhardt	119
Mohr, Karl Friedrich	192, 221
Moissan, Henri	132
Moles, Enrique	142, 168
Molina Capel, Gaspar	276

Molina, César Antonio	303, 319
Molina, Leonor de	92
Molinero Polo, Miguel	44
Monardes, Nicolás	224
Monasterio y Correa, Raimundo	283, 290
Moncín, Simón	278, 285
Monet, Jean-Baptiste. Caballero de Lamarck	231
Monge, Gaspard	95, 133
Mongez, Jean André	56
Monja Pajares, Juan de la	271, 275
Monjó i Pons, Juan	107
Montserrat y Riutort, José	165, 275
Montéis, Francisco	291
Montells y Nadal, Francisco de Paula	202, 248, 275, 276, 285, 290
Montes, Francisco	272
Montesino, Pedro Pablo	236
Montgolfier, Jacques Etienne	48, 92
Montgolfier, Joseph Michel	48, 92
Montons	189
Montserrat Zapater, Octavio	319
Monturiol Estarriol, Narciso	68, 106, 107
Monzón González, Julio	126, 320
Moñino y Redondo, José. Conde de Floridablanca	40, 79, 92, 93, 98, 99, 156, 199, 226, 231
Moreno Ruiz, Antonio	163, 239, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284, 285, 286, 287, 291, 293, 297, 302
Moreno Zancudo, Eduardo José	269, 300
Morse, Samuel Finley	50, 54
Mosander, Carl Gustav	122
Mosso, María Ángeles	321
Mourero, Vicente	298
Moyano Samaniego, Claudio	70, 103, 137, 208
Mühlhäuser	119
Muller	119
Müller	119
Müller, Alexander	184
Müller, Franz Joseph	121
Munárriz, Juan Manuel	21, 150
Munibe Areizaga, Antonio de	87, 141
Munibe e Idiáquez, Xabier María de	142
Munner y Valls, Vicente	207, 286, 291, 293, 302
Muñoz Calvo, Sagrario	73, 320

Índice onomástico

Muñoz Molina, Antonio	44
Muñoz y Calvera, Tomás	89
Muro y Vidaurreta, Joaquín José de. Marqués de Someruelos	69
Murray, Gilbert	33
Murray, John	59, 216, 217,
Mutis Consuegra, José	75
Mutis Consuegra, Sinforoso	75
Mutis, José Celestino	74, 75, 76, 79, 146
Nahim, Paul	320
Naquet, Alfred	171
Nares, George Strong	59, 60,
Natansen, Jacob	119
Naumann, A.	119
Nava y Grimón, Tomás de. Marques de Villanueva del Prado	92
Navarro, Victor	123, 132, 318, 320
Née, Luis	56, 76, 77
Nelaton, Augusto	258
Nessler, Julius	119, 183
Néstares y Grijalba, Fernando. Marqués de la Hinojosa	200
Neubauer, C.	119
Neufchâteau, François de	34
Newlands, John Alexander Reina	124, 125
Newton, Isaac	62, 88, 184
Nicklès, François Joseph Jérôme	119, 167
Niépce, Joseph	53
Nilson, Lars Friederic	123, 129
Noad, Henry Minchin	119
Nobel, Alfred	51, 116
Nollet, Jean Antoine	88
Noorden, Carl von	174
Normandy, A.	119
Nottidge Moseley, Henry	59
Novellas	297
Núñez de Vargas, Leonardo	233
Núñez, Ramón	44
Odling, William	119, 125, 171
Oersted, Hans Christian	50
Ohm, Georg Simon	29, 50
Olavide Landazábal, José Eugenio	68, 111
Olavide y Jáuregui, Pablo de	69
Oliva, Mariano Ignacio	274, 284, 291

Olofsson, Lasse	22
Onsager, Lars	29
Openshaw, H. T.	320
Oppermann	119
Ordóñez, Javier	54, 132, 320
Orfila i Rotger, Mateu Joseph	101, 102, 142, 167
Ormaechea, Ana	43
Ortega, José	78
Ortí Criado, Vicente	277, 285
Ortiz Barroso, José	225
Ortiz de Zárate, Ramón	320
Ossian Henry, Etienne	250
Ostwald, Friedrich Wilhelm	23, 24, 25, 52, 193, 194, 195
Otero, Luis	123, 305
Owen, Robert	34
Paiva, Manuel Enrique de	280
Palacios de Salafranca, Matías	320
Palacios, Félix	291
Palacios, Jesús	320
Palacios, Sebastián	277
Palau Verdera, Antonio	79
Palomares, Eduardo	291
Palomeque Torres, Antonio	320
Palomino, Sandalio	276
Palú, María Dolores	320
Paracelso, Theophrastus Bombastus von Hohenheim	214
Pardo Jiménez, Pascual	277, 291
Parma, Fernando I de	78
Parra, José Miguel	320
Parraverde y Aguilar, Tomás	321
Partington, James Riddick	126, 321
Pascual Vila, José	165
Pascual y Deop, José	107
Pasteur, Louis	51, 115, 119
Pastor Díaz, Nicomedes	70
Pauling, Linus Carl	13
Paulze, Marie Anne Pierrette	16, 21
Pavesi, Ángelo	119, 120
Pavía y Rodríguez de Alburquerque, Manuel	42
Pavluvich, Alejandro. Zar	96
Pavón Jiménez, José Antonio	79, 83
Paxton, Joseph	34
Payen, Anselme	167
Paz Rodríguez, José María	274

Índice onomástico

Pebal, Leopold von	119
Pélidot, Eugène	167
Pellón González, Inés	22, 142, 143, 321
Pelouze, Théophile Jules	167
Peltier, Jean Charles	30
Peral y Caballero, Isaac	68, 108, 109
Pereira Parada, Victoriano	275
Pérez Bernabéu, Recaredo	297
Pérez Bustamante de Monasterio, J. A.	141, 321
Pérez Manso, Manuel	279, 286
Pérez Miranda, Benigno	274, 275
Pérez Ortega, Arturo	321
Pérez, Vicente	226
Périer, Jean Jacques	93, 95
Péron, François	57
Perronet, Jean Rodolphe	93
Persoz, Jean François	119
Peset y Vidal, Juan Bautista	271
Petersen	119
Petit, Nicolas Martin	57
Petrowitsch Lütke, Fjodor	58
Pezuela y Lobo Cabrilla, Manuel de la	109
Pfaff, Christian Heinrich	215, 216
Pfeiffer, Ignác	218
Pflüger, Eduard	100
Pi y Margall, Francisco	42
Piamontés, Alexo	224
Piamontese, Alessio	224, 321
Pidal, Pedro José	69, 137
Pignatelli y Moncayo, Ramón de	92
Piguillem, Francesc	235
Pimentel, Juan	321
Pineda y Ramírez del Pulgar, Antonio	56, 85, 86, 87, 302, 314
Pineda y Tabares, José	85
Piñerua Álvarez, Eugenio	210, 302
Planck, Max Karl	26,
Plandiura, Mateo	275
Planta, Adolph von	119
Poggendorf, Johann Christian	133
Pohlke, Karl	112
Poiseuille, Jean Louis Marie	55
Poisson, Siméon Denis	55, 103
Polanco Masa, Alejandro	321

Pollo, Miguel	273, 284
Porcel Valdavia, Luciano de. Marqués de San Millán	239
Porcel, Trino Antonio	140, 150, 200
Portal, Antoine	98
Portela, Eugenio	318
Posselt, Luis	119
Postels, Alexander	58
Pouillet, Claude Servais	167
Poveda, Agustín Juan	271
Pozo, José del	56, 89
Presl, Carlos Borziwog	97
Priestley, Joseph	16, 17, 21, 48, 139, 181, 215
Prieto, Juan Antonio	275
Prim y Prats, Juan	44
Primevère Lesson, René	58
Príncipe, Lawrence	321
Príncipe, León	289, 322
Pringle, John	98
Proust, Joseph Louis	83, 98, 101, 115, 136, 137, 141, 142, 143, 149, 150, 159, 202, 233, 272, 302, 318
Pruzet Badel, Francisca	147
Puerta y Ródenas, Gabriel de la	209, 291, 293, 302, 322
Puerto Sarmiento, Francisco Javier	208, 322
Quinke, Georg	119
Quintana y Lorenzo, Manuel José	69
Quintana, Joaquín	253
Quiñones, Pedro. (¿Pedro Gómez de Bedoya?)	272
Rafer, José Esteban	157, 158
Raja Bermúdez, José María	281
Ramírez Guerra	276
Ramírez y Maldonado, María Josefa	85
Ramos Armijo, Manuel	11
Ramsey, William	130
Ranke Madsen, E.	179, 322
Ranz de la Rubia, Enrique	291
Raoult, François Marie	23,
Raspail, François Vincent	22, 300
Ratto, Héctor	90, 322
Regnault, Henri Victor	115, 133, 203
Reich, Ferdinand	123
Reichen, Charles Albert	114
Reig, Mercedes	322
Reischauer, C. G.	119

Índice onomástico

Remisa Miarons, Gaspar. Marques de Remisa	164
Revenet, Juan	89
Rexis de Cisneros, Francisco	278
Rey Bueno, Mar	322
Rey Pastor, Julio	112
Riche, Alfred	119
Riche, Claude Antoine Gaspard	57
Richter, Hieronymus Teodor	123
Rico Góngora, Montserrat	322
Riego, Rafael del	39, 41
Riera i Tuebols, Santiago	322
Río, Andrés Manuel del	122, 123, 147, 151, 152, 153, 155
Rióz Pedraja, Manuel	164, 204, 253, 255, 259, 274, 278, 291, 292, 293, 302
Rióz, Felipe Gregorio de	272
Ritchie Calder, Lord	16, 322
Rivas, Antonio	322
Robeck, Michael	56
Roberts, Gerrylynn K	324
Robertson, John	59
Robespierre, Maximilien de	33
Robinson, E.	178
Rodríguez Ávila, Manuel	291
Rodríguez Carracido, José	142, 173, 174
Rodríguez Carreño, Manuel	276, 285
Rodríguez Gil, Ramón.	323
Rodríguez González Trabanco, José	278
Rodríguez Migues, Luis	203, 323
Rodríguez Moureau	206
Rodríguez Nozal, Raúl	315
Rodríguez Palencia, Manuel	281
Rodríguez Pinilla, Hipólito	294
Rodríguez Sánchez, Juan Antonio	257, 323
Rodríguez Sánchez, Remigio	291
Rodríguez Solano, Cristóbal	240, 273
Rodríguez, José	156
Rodríguez, José María	291
Rodríguez, Miguel	274
Rojas Clemente y Rubio, Simón de	83,
Román Polo, Pascual	117, 144, 168, 324
Romero Albacete, Manuel	276
Roncagli, Giovanni	60
Roqué y Paganí, Pedro	298

Rosa, María del Carmen de la	323
Roscoe, Henry Enfield	119, 153
Rose, Heinrich	154, 179, 192, 216, 282
Rosmorduc, Jean	323
Ross, John	61
Rothman, Tony	323
Rouell, Hilaire Marie. El Joven	141, 142, 145, 146
Rouelle, Guillaume Françoise.	14, 16, 186
Roura i Estrada, Josep	159, 160, 161, 202, 234, 261, 272
Rozier, Jean	98
Rubio y Galí, Federico	110, 111, 270
Rubio y Martín, Pedro María	229, 239, 240, 241, 248, 270, 282, 283, 284, 285, 286, 288, 323
Rudbeck, Sofía	30
Rueda, Agustín	281
Ruiz de Luzuriaga, Ignacio María	98, 99, 100
Ruiz de Salazar y Fernández, Manuel	245, 246, 291, 302, 320
Ruiz de Salazar y Fernández, Manuel	324
Ruiz del Cerro, Casto	232, 276, 291
Ruiz López, Hipólito	79, 83, 231
Ruiz Zorrilla, Manuel	70
Ruiz, Francisco	232
Ruiz, Ramón	277, 291
Rumeu de Armas, Antonio	324
Ruscelli, Girolamo	224
Russell, Colin A.	324
Saavedra, Ángel de. Duque de Rivas	69
Saball, Ignacio María	280, 286
Saboya y Austria, Amadeo I	40, 42
Saboya y Habsburgo, Víctor	42
Sádaba García del Real, Ricardo	293
Sáenz Díez y Pinillos, Manuel	10, 206, 253, 259, 293, 297, 302, 315, 324
Sáez de Montoya, Constantino	292
Sáez Palacios, Rafael	19, 113, 164, 253, 279, 286, 293, 324
Sagastume, José Ramón de	273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 324
Saint-Hilaire, Geoffroy	82
Sajonia Borbón Parma, María Josefa Amalia de	41
Sajonia Coburgo-Gotha, Alberto de	35
Salazar Rincón, Javier	324

Índice onomástico

Salgado y Guillermo, José	251, 252, 253, 254, 273, 284, 285, 293, 302, 319
Salmeán y Mandayo, León	170, 252, 272
Salmerón Alonso, Nicolás	42
Salvador Ruiz, José	246
Samit Martí, Juan	324
Samponts (Sauponts) , Francisco	275, 277, 292
SanMartín Bacaicoa, Josefina	324
Sánchez de Las Matas, Nicolás	244, 271
Sánchez Gómez, Luís Ángel	324
Sánchez Ron, José Manuel	47, 123, 132, 320, 325
Sánchez Toca y Lobera, Pedro	274, 279, 275, 292
Sánchez Toca y Sáenz Lobera, Melchor	272, 274, 275, 279, 282, 285, 287
Sánchez, Matías	276
Sánchez, Tomás	276
Sanfeliú Ortiz, Lorenzo	325
Sanmateo Isaac Peral, Javier	111, 325
Santamaría Arnáiz, Matilde	313
Santiesteban y de Lafuente, Mariano	166
Santos Moreno, Ildefonso	240, 273
Sarytchev, Gavriil	56
Saunders, William	99
Savall Valldejuli, Joseph Antonio	71, 72, 74, 157
Savant, Jean	309
Sawitsch, Viktor Von	119
Scerri, Eric	132, 325
Scheele, Carl Wilhelm	21, 145, 146, 150, 181, 231
Scherer	119
Scheurer-Kestner, Auguste	119
Schickendantz, Federico	119
Schiel, Jacob	119
Schiff, Hugo	119
Schischkoff, Leon	119
Schlagdenhaussen, Frédéric-Charles	119
Schlomilch, Oscar	112
Schmid, Christoph von	236
Schmidt	119
Schneider, F.	119
Schneider, Th.	119
Schneyder	119
Schroeder	119
Schützenberger, Paul	119
Schwarz, Karl Heinrich	180

Schwarzenbach, Gerold	218
Schwarzenbach, V	119
Schwarzmann, Hermann Josef	36
Scout, Arthur	325
Sebastián y Barrachina, Francisco	305
Seebeck, Thomas Johann	30
Sefström, Nils Gabriel	122, 152, 153
Segré, Emilio Gino	154
Seijas Lozano, Manuel	70, 161
Sellés Castro, Juan	292
Sellés García, Manuel	45, 325
Semmelweis, Ignaz	54
Sergueiquin, A. Ya.	126
Serrano	240
Sertürner, Friedrich Wilhelm	115
Sessé y Lacasta, Martín	79
Seubert, Moritz August	119
Show, John	51
Simões-Carvalho, J. Augusto	119
Simon, Eduard	115
Simon, Ivan	325
Simon, John	218, 220
Skłodowska Curie, Marja	27, 131,
Soleil, Jean-Baptiste-François	184
Soler Sánchez, José	292
Solís Santos, Carlos	45, 113, 126, 325
Solsona, Juan Bautista	271, 276
Solvay, Ernest	116
Somodevilla y Bengoechea, Zenón de. Marques de la Ensenada	139, 226
Soret, Charles	30
Sotos Serrano, Carmen	325
Soubeiran, Eugène	164
Soubeiran, Jean Leon	210
Spegazzini, Carlos	60
Stas, Jean Servais	119, 121, 206
Stengers, Isabelle	309
Stephenson, George	50
Stewat, Ian	325
Storr, Enrique Cristóbal	151
Strecker, Adolph	119, 120, 167
Streng, Johann August	119
Stromeier, Friedrich	122
Strutt, John William, Lord Rayleigh	130

Índice onomástico

Suria, Tomás	56, 89
Swing, Galen	317
Symmer, Robert	62
Szabadváry, Ferenc	180, 182, 183, 218, 325
Taboada de la Riva, Marcial	248, 264, 299, 325
Talbot, William Henry Fox	181, 185
Taton, René	325
Tennant, Smithson	122
Thenard, Louis Jacques	103, 159, 163, 177, 190, 201
Thénard, P.	119
Thinville, Fouquier	19
Thomson, Benjamin. Conde Rumford	49
Thomson, J. A.	326
Thomson, William. lord Kelvin	24, 51, 62,
Thouin, André	82
Thunberg, Carolina	22
Thurneysser, Leonhard	214
Tilesius von Tilenau, Wilhelm Gottlieb von	57
Tobin, William	51, 326
Tofiño de San Miguel y Vanderiales, Vicente	89
Tomé, Ramón	228, 326
Torá y Ferrer, Benito	292
Torres Muñoz de Luna, Ramón	119, 166, 168, 169, 292, 293, 302
Torres, José	236, 275, 296
Torroja Caballé, Eduardo	68, 111
Torroja y Miret, Antonio	112
Tova Arredondo, Antonio	89, 90
Travers, Morris	130
Treadwell, Frederick Pearson	216
Tremols y Borrell, Federico	171, 292, 293, 302
Trífonv, D. N.	126, 152, 153, 326
Trífonv, V. D.	126, 152, 153, 326
Ulloa y de la Torre Guiral, Antonio	138, 139, 152
Urigoitia, Ignacio	276
Urrutia, Ricardo de	292
Usandizaga Soraluce, Manuel	100, 326
Usera y Alarcón, Gabriel	292
Usera y Alarcón, Victoriano	272, 292
Utor y Suárez, Luis María	292
Valdés y Fernández Bazán, Antonio	89
Valdés y Flores Bazán y Peón, Cayetano	89
Valentín, Hermógenes	326
Valenzuela y Mantilla de los Ríos, Eloy	75

Valero Castejón A	324
Valle, Ángela del	326
Valverde, Nuria	317
Van Doren, Charles	45, 326
Van 't Hoff, Jacobus Henricus	23, 24, 25, 28, 116, 194, 326
Varela Puga, Desiderio	297
Vauquelin, Louis Nicolas	121, 159, 177, 233, 274
Vázquez de Cortés, Juan	224, 225
Vázquez López, Fermín	177, 326
Vazquez, Faustino	277, 280
Vázquez, Isidro	326
Vegas Puebla Collado, Miguel	112
Velasco y Pano, Bonifacio	171, 172
Venel, Gabriel François	215, 217, 231
Ventenat, Louis	57
Vera Fernández de Córdoba, Francisco	31, 95, 126, 147, 187, 326
Vera López, Vicente	293
Verdét, M.	119
Vernacci y Retamal, Juan	89
Vernet Ginés, Juan	102, 167, 327
Verney, Luis Antonio	69
Vértiz y Salcedo, Juan José de	81
Verworn, Max Richard Constantin	174
Viader y Pairachs, José	73
Vicinguerra, Decio	60
Victoria I de Inglaterra	34, 35
Vierordt, Carl	185
Vilanova, Arnaldo	223, 252, 253
Vilanova, Juan	253
Vilardell, F	327
Villaescusa, Julián	271
Villafranca y Alfaro, Benigno Saturio	252, 261, 263, 293, 294
Villar Garrido, Ángel	312, 327
Villar Garrido, Jesús	312, 327
Villar Pinto, Alegre	276, 293
Vincendon Dumoulin, Clément Adrien	59
Viñas Millet, Cristina	327
Viñolas, Carlos	239
Virchow, Rudolf Ludwig Karl	63
Virgili y Bellver, Pedro	75
Vizcaíno, Joaquín. Marqués de Pontejos	241
Volta, Alessandro	17, 49, 53, 54, 123
Walckenaer, Charles Athanase	82
Walter, James	22, 327

Índice onomástico

Wanklyn James Alfred	119
Warltire, Jon	17
Wartha, Vince	218
Watson, William	139
Watt, James	17, 47, 93, 95, 179
Wegener, Alfred Lothar	64
Wells, Herbert George	33, 327
Wells, Horace	51
Weltzien, Karl	117, 119
Werner, Abraham	145, 146, 151, 155
Wertheim, Theodor	119
Whewell, William	46
Wiberg, Egon	126, 327
Will, Heinrich	119
Willdenow, Carl Ludwig	83
Willemoes Suhm, Rudolph von	59
Williamson, Alexander William	171
Wilson S. S.	327
Winkler, Alexander	119, 129
Wintrop, John	153
Wislicenus, Johannes	119
Wöhler, Friedrich	50, 115, 119, 133, 152, 153
Wollaston, William Hyde	122, 153, 154, 177
Wüllerstorf-Urbair, Bernhard Freiherr von	59
Wurtz, Adolphe Charles	21, 115, 117, 119, 132, 167, 171
Wyville Thomson, Charles	59
Yáñez y Girona, Agustín	72, 74, 102, 157, 162, 293, 327
Yáñez y Rovira, Luis	102
Yela, José	277, 293
Yonath, Ada	61
Young Buchanan, John	59
Young, Thomas	49
Zabala, Justo María	274, 293
Zapata, Isidro	293
Zavala y de la Puente, Juan de	107
Zea, Francisco Antonio	75
Zelebor, Johann	59
Zeppelín, Ferdinand von	52
Zinin, Nikolay Nikolaevich	115, 119
Zulueta Pérez, Patricia	327
Zwenger, Konstantin	119